@@U

S8

@@US

8

Stelele care explodează strălucitor ca aceasta d»n imagine, sCbpind sub discul galaxiei, i-au ajutat pe astrofizicieni să înţeleagă că universul se extinde mai rapid decăt

ne aşteptam

PSCTirsiy

NEIL DE GRASSE TYSON

înpreunăcu Gregor Mone

Traducere din engleză de

Smaranda Nistor

EDITORI:
Maţddctu Mlauk-Ku
Dan. Zani6tru.u
SMi Drjpomir

FONDATOR
Ion M2riukrM.u. I*W4

1(0 AC T A R E *l*
AklUlidr« FUMJ)

DESIQN >1 UUSTtAtlt COFERTA:
Andrei Gamarţ

DIRECTOR PRODUCȚIE:
Critlmn (*.Uudm (olun

O T F
Mircla Voiua

CORECTURĂ
Rodica Cccţu Irtnx Muțhuiu

Cowțimmd accuei luerin electronice ewr profttţn pnn cupynght (drepturi de autor). IM »artea r»tr dmitiari culuaiv miliririi ri în MW prhM pr dc litirr pr care a foa dcnArcaU Oncc aha utuuarc. inc Iu/iod împrumutul uu echimbul. reproducerea micpalk "" |Miţida, inuhiplKxrr». indiirierra. puniTOi U di»|Mwcţia publica. imluur pun internei iau prin rrvl*" de calculatoare. irocma permanent! iau icni pociri pe ditpocxhv uu «trrw cu pc«uh>litati-j mupetarii inĂrirniiţirx xhrk drUi ede |»c caic a fotf drxif* cari, mlnzjrw mb ocwc formâ wni prin otice mi^oc. iâtâ corumţAfnlntul editorului, wnt intern« I Ircpeul dc folminţâ A! Imririi mi mr tr>ndcralwl Drepturile de autot pentru imiunea dectronKA în liMnuiele nistente de acmci lucrÂn jpupn pcnuwci jundkc Randura l'ublnhing SRI.

l iihd ffriţpMh Amuplipia lor Vminţ JVopIt m a Huny
Autor. Nod dKirane Tym p Grqjucy Mono

Copyright © 2019. 201 – Iw Nai dcGrawc Tpim
AU r»j>.t» rcvnnl
Ori^indlY publubed În F nginh by Nonnn Younj Readm. an Impnnr ol W. W. Nocron (aitvţunv. Im .

C«»pyrtfht © F\mdnfi M. 2019 pentru prermii ediție

O P 16.Ghişeul I.CP.0490. Buccunei
Id. .4 021 .WO60 90: Iar «372 25 2<I 20
W pindoram.ni

ISHN (Prtni): 97* 606 97* 252 I
ISHN UWfc 978*606-978-31041
Pandora M Ger pane din Grupul Editorial TREI

Prolog: cu câinii la plimbare, ca să văd

Stelele 7

a

cea nai nare şi nai importantă poveste spusă vreodată 13

2

cum comunicăm cu extraterestrii 31

3

Să fie lumină! 42

4

între galaxii 55

7

Elementele mele preferate

8

De ce lunea e rotundă

9

universul invizibil 115

a©

Prin cartierul nostru solar 126

Materia întunecată 68

aa

cum ar arăta Pănăntul în

Energia întunecată 82

12

Săte uiţi în sus şi să ai gânduri 19
nari

Glosar 157

Sursele ilustraţiilor 165

M am hotărât să mă fac astrofizician când aveam 9 ani. Ţin minte noaptea cu pricina. Cerul era plin de stele. Carul-Mare şi Carul-Mic. Planetele Jupiter şi Saturn.

Un meteor lăsa o dâră spre orizont şi am văzut ceva care arăta ca un nor mişcându-se pe cer. Dar nu era deloc un nor. Mă uitam fix Ia propriul nostru cartier cosmic, galaxia Calea Lactee, o zonă din spaţiu unde sunt înghesuite o sută de miliarde de stele. Timp de aproape o oră, am privit cu mirare la toate aceste lucruri în mişcare.

Pe urmă s^au aprins luminile din nou şi m-am trezit aşezat în planetariul Muzeului American de Istorie Naturală.

Ceea ce văzusem eu era un spectacol cu stele, dar efectul asupra mea a rămas acelaşi. În noaptea

aceea, am ştiut ce vreau să mă fac când voi fi mare. Voi fi astrofizician.

La acea vreme, abia dacă puteam pronunţa corect cuvântul. Dar conceptul este de fapt unul destul de simplu.

Astrofizica se ocupa cu studierea planetelor, a stelelor şi a altor corpuri cereşti şi a felului în care funcţionează şi interacţionează acestea între ele.

Astrofizicienii studiază găurile negre cosmice, acei monştri stranii care înghit toată lumina şi materia la care pot ajunge. Privim cerurile după semne de supernove – exploziile strălucitoare ale stelelor care mor.

Suntem o gaşcă neobişnuită şi curioasă. Pentru un astrofizician. un an este timpul de care are nevoie planeta noastră ca să-şi încheie călătoria anuală în jurul Soarelui. Dacă te duci la petrecerea pentru ziua de naştere a unui astrofizician. cel mai probabil nu o să auzi că i se cânta „Mulţi ani trăiască”, ci:

La multe orbite solare...

Mintea ne stă tot timpul la ştiinţă. În glumă, un prieten actor mi-a citit de curând clasica poveste de adormit copiii *Noapte buna. Luna!* N-ai nevoie de un savant care să-ţi spună că. de fapt, vacile nu pot sâ sară peste Lună, aşa cum se întâmplă în cărticica aceea. Dar un astrofizician poate să-şi dea seama ce ar fi trebuit sâ facă văcuţa dacă voia să-i reuşească totuşi cascadoria cu pricina. Ar putea avea o şansă dacă ţinteşte spre locul unde va fi Luna peste trei zile, după care începe să sară cu viteza de 40 OOO de kilometri pe oră.

Nu ştiam prea multe despre astrofizicieni când aveam 9 ani. Nu voiam decât să înţeleg ce văzusem în timpul spectacolului de la planetariu şi dacă intr-

adevăr cosmosul real, universul ca întreg, chiar era atât de fantastic. întâi am început să studiez cerul de pe acoperişul blocului în care locuiam, furişându-mâ acolo împreună cu unul dintre prietenii mei şi cu binoclul lui care pica tocmai bine. Mai târziu, am început o afacere cu plimbat câinii vecinilor, ca să strâng bani şi să-mi pot cumpăra propriul meu telescop. Erau câini mart, câini mici, câini răi şi câini prietenoşi. Câini cu hăinuţe de ploaie. Câini cu şepcuţe şi g'netuţe. Pe toţi i-am plimbat, ca să pot vedea stelele.

în anii care au trecut de atunci, am folosit telescoape tot mai mari, pornind de pe acoperişul acela din New York şi ajungând pe vârfuri de munte în America de Sud. În tot acest timp, firul roşu comun a fost dorinţa mea de a Înţelege cosmosul şi de a face părtaşi la pasiunea mea cât mai mulţi oameni.

Inclusiv pe tine.

Nu mă aştept ca oricine citeşte această carte să-şi dorească pe loc să devină astrofizician. Dar poate că îţi va trezi curiozitatea. Dacă te ai uitat vreodată în sus, spre cerul nopţii, şi te-ai întrebat Ce înseamnă toate astea? Cum merg lucrurile pe lumea asta? Şi care e locul meu în univers?, atunci eu te încurajez să citeşti mai departe. *Astrofizica pentru copii grăbiţi* îţi va oferi cunoştinţe de bază despre marile idei şi descoperiri care ii ajută pe oamenii de ştiinţă să se gândească la univers. Dacă am reuşit să te conving, vei putea să-ţi laşi părinţii

cu gura căscată la cină, să-ţi impresionezi profesorii şi să priveşti spre stele în nopţile senine cu un sentiment mai profund atât de înţelegere, cât şi de mirare.

Aşa că hai să pornim la drum! Am putea începe cu două dintre cele mai grandioase mistere, materia întunecată şi energia întunecată, dar mai întâi trebuie să trecem prin ceea ce eu consider a fi cea mai frumoasă şi mai importantă poveste spusă vreodată.

Povestea vieţii,

În ultimul secol astronom»! au »dentiticat opt stele care explodează în a cea'.ta galaxie spirala – ţi de aceea a fost numita galaxia Artificiilor

wamsæa

@@l?88

a,

(rDafl F® Şti

mă

pOWSfr© SpMSâ

W3@<<îMâ

La început, acum aproape 14 miliarde de ani. întregul univers era mai mic decât punctul cu care se termină această frază.

De câte ori mai mic? Imaginează-ţi că acest punct ar fi o pizza. Acum împarte această pizza într-un bilion de bucăţi. Totul, inclusiv particulele din care este alcătuit corpul tău. copacii sau clădirile pe care le vezi când te uiţi pe fereastra, ciorapii celui mai bun prieten al tău, petuniile, şcoala ta. munţii impunători şi oceanele adânci de pe planeta noastră, sistemul solar, galaxiile îndepărtate – tot spaţiul, toată energia şi toată materia din cosmos erau înghesuite în acel punctuleţ.

Şi era fierbinte.

Totul era atât de fierbinte, cu atât de multe înghesuite într-un spaţiu atât de mic. încât universul nu putea să facă decât un singur lucru.

Sâ intre în expansiune.

Rapidă.

Astăzi, numim acest eveniment Big Bang; întro minusculă fracţiune de secundă (mai precis, o zecime de milionime de bilionime de bilionime de bilionime de secundă), universul a crescut enorm.

Ce ştim despre acest prim moment din viaţa cosmosului nostru? Foarte puţine, din păcate. Astăzi, am descoperit că există patru forţe care controlează totul, de la orbitele planetelor şi până la micuţele particule care alcătuiesc trupurile noastre. Dar. în acel moment de după Big Bang, toate aceste forţe erau îngrămădite întruna singură.

Pe măsură ce s-a dilatat şi s-a extins, universul s-a răcit.

Către sfârşitul acestei fărâmiţe de timp, cunoscută printre oamenii de ştiinţă sub denumirea de „perioada Planele”, după numele fizicianului german Max Planck. una dintre forţe s-a desprins de celelalte. Aceasta forţa, gravitaţia, ţine laolaltă stelele şi planetele care alcătuiesc galaxiile, nu lasă Pământul să cadă de pe orbita lui din jurul Soarelui şi fi împiedică pe copiii de 10 ani sâ arunce la coş de sus la panoul de baschet. Printre altele. Pentru o demonstraţie simplă a atracţiei gravitaţionale constante. închide această carte, ridic-o la câţiva

centimetri deasupra celei mai apropiate mese, după care dă-i drumul să cadă. Aşa arată gravitaţia în acţiune.

(Dacă totuşi cartea n-a căzut, te rog să identifici cel mai apropiat astrofizician şi să declari stare de urgenţă cosmică.)

Totuşi. în acele prime câteva clipe ale universului nou-născut. nu existau nid planete, nici cărţi şi nici copii de 10 ani care sâ

Poţi să arunci la coş de sus pe Harţe?

Hai să presupunem că ai putea să te duet de-adevărate- lea pe Marte. chestie deloc uşoară, şi ai avea un costum de astronaut care iţi asigură suficientă libertate de mişcare ca să poţi sări în sus. intensitatea atracţiei gravitaţionale de po once planetă sau lună depinde de masa acesteia. Pentru că planeta Marte nu e atât de masivă ca Pământul, gravitaţia et e un pic mai mare de o treime din gravitaţia terestră. Dea există o sansă să poţi sări destul de sus. Dar sper că. dacă vei reuşi să ajungi pe Marte intr-o bună zi. n-o să-ţi pierzi vremea jucând baschet. Vor fi multe alte lucruri interesante de văzut şi de făcut.

joace baschet şi asupra cărora să acţioneze gravitaţia. Aceasta îşi face cel mai bine treaba cu obiecte de mari dimensiuni, iar în universul timpuriu totul era încă inimaginabil de mic.

Dar acesta a fost doar începutul.

Cosmosul a continuat sâ crească.

În continuare, celelalte trei forţe principale ale naturii s-au desprins unele de altele*. Principala

* **CX* pttm fon» »unt gmvttuţM, fon* nurlmri tir». fon» «foiri şi m»grw<hmul- VOCT diwnjJM rrw nuihn el» w» nu» lâniu**

sarcină a acestor forţe este să controleze particulele minuscule sau masele de materie care umplu cosmosul.

După ce acele patru forţe s-au despărţit, aveam ce ne trebuia ca sâ construim un univers.

De la început a trecut o bilionine de secundă.

Universul era încă inimaginabil de mititel şi de fierbinte şi începea să fie din ce în ce mai aglomerat cu particule. În acest moment, particulele erau de două feluri, respectiv quarcuri – care rimează cu arcuri – şi leptoni. Quarcurile sunt nişte animăluţe capricioase. Niciodată n-ai să poţi prinde un quarc care să stea aşa, de unul singur; întotdeauna se va agăţa

Multele denumiri ale materiei

Mi s-a atras atenţia că n-ar fi deloc indicat să le prezint cititorilor tineri aşa de multe denumiri şi atât de mulţi termeni nex Deci voi rezista tentaţiei de a detalia diferitele tipuri de quarcun din univers – sus. jos. ciudate, fermecate Dar chiar cred că trebuie să ştiţi de quarcun şi leptoni. întregul univers vizibil e clădit din ei. Inclusiv voi înşivă, în plus din câte am observat eu. copiii n-au absolut nicio problemă să memoreze denumirile com-

plexe ale variatelor specii de dinozauri. Bineînţeles, unii dinozauri sunt feroce şi înspăimântători, ceea ce îi face perfect demni de memorat. Dar. pe de altă parte, noi vorbim aici despre chestiile alea din care e făcut universul! Şi particulele sunt fascinante, chiar dacă mai puţin feroce decât dinozaurii. În fond şi la urma urmei, fără ele n-ar fi existat nici dinozaurii.

de altele din apropiere. Sunt sigur ca ai şi tu cel puţin un prieten sau un coleg de clasă care se poartă la fel. Quarcurile seamănă cu copiii ăia care nu vor niciodată să facă nimic singuri, nici măcar să se ducă la baie.

Forţa care ţine laolaltă două sau mai multe quarcuri devine de fapt tot mai intensă cu cât încerci să le desparţi – ca şi cum ar fi prinse împreuna cu un fel de elastic invizibil. Dar. dacă tragi de ele îndeajuns de tare, elasticul se rupe şi energia stocată dă naştere unui nou quarc la fiecare capăt, dându-i fiecărui quarc din perechea pe care tocmai ai despărţit-o câte un nou prieten. Imagmează-ţi cum ar fi dacă s-ar întâmpla la fel şi la tine în clasă, când ai încerca să desparţi doi copii inseparabili şi fiecăruia i-ar creşte câte o dublură. Fără îndoială câ profesorii voştri ar înlemni de uimire.

LeptoniL pe de altă parte, sunt nişte singuratici. Forţa care ţine quarcurile la un loc nu are niciun efect asupra leptonilor, deci n-ai sâ-i vezi strânşi ciopor. Cel mai cunoscut lepton este electronul.

Pe lângă aceste particule, cosmosul era plin ochi

cu energie, iar această energie era înmagazinată în pacheţele sau grămăjoare ondulate, din particule de energie luminoasă denumite fotoni.

Aici devine ciudată toată treaba.

Universul era atât de fierbinte, încât fotonii se transformau în mod curent în perechi de particule matene-antimatene. Iar aceste perechi se ciocneau, transformându-se la loc în fotoni. Dar. din motive cu totul misterioase, una dintrun miliard de asemenea transformări avea ca rezultat doar o particulă de materie, fără prietena ei antimaterie. Dacă n-ar fi existat aceste supravieţuitoare singuratice, universul n-ar avea pic de materie în el. Ceea ce a fost foarte bine, de fapt. Pentru că toţi suntem făcuţi din materie.

Antinateria

Toate particulele esenţiale din univers, inclusiv quarcurile şi leptonh cu care tocmai am făcut cunoştinţa, au gemeni din antimaterie, care sunt opusurile lor din toate punctele de vedere. Să luăm electronul, cel mai cunoscut membru al familiei leptonilor. Electronul are o sarcină electrică negativă, dar opusul lui din antimaterie. pozitronul, are sarcină electrică pozitivă. însă nu prea vedem multă anti-materie în jur, fiindcă, din clipa în care se naşte o particulă de antimaterie. ea Fşi caută imediat geamăna făcută din materie, iar întâlnirile acestea nu merg niciodată bine. Gemenele se distrug reciproc, transformându-se intr-un impuls de energie. (Vezi povestea despre domnul Tompkins a fizicianului George Gamow, în Capitolul 3.) în ziua de azi, oamenii

de ştiinţă creează particule de antimaterie În cadrul unor experimente-gigant. în care atomii se ciocnesc violent unii de alţii. Putem să le observăm urmărind coliziunile care eliberează cantităţi mari de energie din spaţiul cosmic. însă antimateria este probabil cel mai uşor de găsit în poveştile ştunţifico-fantastice. Ea este combustibilul care alimentează motoarele faimoasei nave spaţiale *Enterprise* din filmele şi serialul de televiziune *Star Trek* şi apare mereu în benzile desenate.

Noi chiar existăm, şi ştim că, odată cu trecerea timpului, cosmosul a continuat să se extindă şi sâ se răcească. După ce a crescut mai mare decât sistemul nostru solar, temperatura a scăzut cu repeziciune. Universul era încă extraordinar de fierbinte, dar temperatura scăzuse sub un bi!x>n de kelvini.

cun nâsurân temperatura

Poale că ai aflat deja, dar există mai multe feluri diferite de a descrie temperatura unui sistem, în Statele Unite, noi vorbim despre grade Fahrenheit. în Europa şi Fn mare parte din restul lumii, standardul este dat de gradele Celsius. Astrofizicienii folosesc unitatea de măsură numită kelvin, un standard în care zero chiar înseamnă zero de-adevâratelea. Nu se poate mai rece decât atât Deci un bilion de kelvim înseamnă că

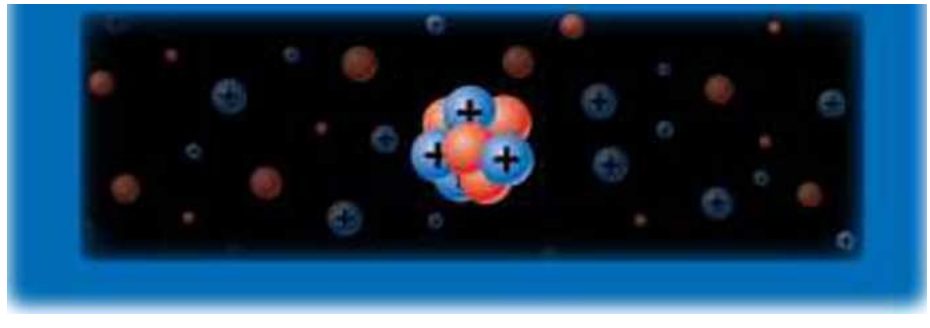
este mult, mult mai cald decât un bilion de grade Fahrenheit sau Celsius. Eu n-am mmtc împotriva celorlalte standarde de măsură, în viaţa mea de zi cu zi, mă descurc cu grade Fahrenheit. Dar când mă gândesc la univers, totul e în kelvim.

A trecut o nilionine de secundă de ia începutul începutului.

Universul crescuse de la dimensiunea unei fracţiuni minuscule dintr-un punct cu care se încheie o frază la dimensiunea sistemului nostru solar. Asta înseamnă un diametru de aproape 300 de miliarde de kilometri sau peste 180 de miliarde de mile.

0 reţeta sinplă de făcut naterie în univers

1. începi cu quarcuri şi leptoni.
2. Pui împreună quarcuri, ca să formezi protoni şi neutroni
3. Combini protoni, neutroni şi electroni (adică nişte leptoni cu sarcină electrică negativă), ca să-ţi construieşti primii tăi atomi,
4. Amesteci laolaltă atomii, ca să faci molecule
5. Acumulezi molecule În diferite forme şi combinaţii, ca să faci planete, petunii şi oameni.



Un bilion de kelvini înseamnă mult, mult mai fierbinte decât temperatura de la suprafaţa Soarelui. Dar, în comparaţie cu acel prim moment de după Big Bangul iniţial. însemna mai recişor. Acest univers călduţ nu mai era îndeajuns de fierbinte, nici îndeajuns de aglomerat încât să producă quarcuri. drept care aceste particule şi*au înhăţat fiecare câte un partener de dans şi au creat

particule mai grele. Aceste combinaţii de quarcuri au avut curând ca rezultat nişte forme ale materiei mai familiare nouă, cum ar fi protoni şi neutroni.

oe-acun a trecut o Secundă de la începutul începutului.

Universul a crescut până a ajuns la un diametru de câţiva ani-lumină, cam cât distanţa de la Soare până ia cele mai apropiate stele învecinate. Temperatura a scăzut la un miliard de kclvini, Ceea ce înseamnă în continuare fierbinte cât cuprinde – destul cât $S fierbi micuţii electroni şi opuşii lor. pozitronii. Cele două particule diferite iau naştere brusc, ca bulele de aer când fierbe apa, se anihilează reciproc şi dispar. Dar ce era valabil pentru alte particule devine valabil şi pentru electroni: numai unul dintr-un miliard supravieţuieşte.

Restul se distrug reciproc.

Temperatura cosmosului scade sub 100 de milioane de kclvini. dar tot este mai fierbinte decât suprafaţa Soarelui.

Particulele mai mari încep să se contopească unele cu altele. Ingredientele de bază pentru atomii care alcătuiesc lumea noastră vizibilă de azi – inclusiv stelele şi planetele, copacii şi clădirile pe care le vezi pe fereastră, ciorapii celui mai bun prieten al tău sau mustaţa mea – încep în sfârşit să se adune la un loc.

Protonii fuzionează cu alţi protoni, dar şi cu neutroni, formând centrul atomului, care se numeşte nucleu.

Cele patru forţe fundamentale

Iată care sunt cele patru forte fundamentale care controlează universul nostru:

1. Gravitaţia, pe care deja o cunoşti,
2. Forţa nucleară tare, care ţine particulele laolaltă în centrul atomilor.
3. Forţa nucleară slabă, care face atomii să se rupă şt să elibereze energie De fapt, nu este chiar atât de slabă Practic, e mult mai puternica decât gravitata Dar fata de forţa nucleară tare, nu e chiar atât de puternică.
4. Forţa electromagnetică face electronii încărcaţi cu sarcină negativă să stea legaţi în centrul atomilor de protonii incărcaţi pozitiv. De asemenea, leagă intre ei atomii din care sunt făcute moleculele.

Dar hai să nu complicam lucrurile: gravitaţia acţionează asupra chestiilor mai mari, pe când celelalte trei forţe leagă intre ele chestiile mititele

Acun au trecut două ninute de la începutul
începutului.

În mod normal, electronii care vâjâie încoace şi-ncolo prin univers ar trebui sâ fie atraşi spre protoni şi nuclee. Electronii au sarcină electrica negativă. Protonii şi nucleele au sarcină pozitivă, iar contrariile se atrag. De ce au sarcini pozitive şi negative? Şi de ce, întrebi tu. contrariile se atrag?

Păi. pur şi simplu aşa stau lucrurile.

Aş vrea să-ţi pot da un răspuns mai bun decât atât, dar universul nu are nicio obligaţie să aibă noimă pentru noi. Tot ce pot sâ spun este câ studiile desfăşurate timp de mulţi. mulţi ani au venit să confirme ambele idei de mai sus.

Sigur, dată fiind atracţia dintre ei. te-ai gândi câ protonii şi electronii se vor lipi unii de ceilalţi. Timp de mii de ani

---

ce este sarcina electrică?

Fiecare dintre fiinţele umane are variate însuşiri sau caracteristici Poate câ suntem persoane amabile, mărinimoase, sau. dimpotrivă, neprietenoase Aceste însuşiri ne ajută să ne definim pe noi înşine. Sarcina sau încărcătura electrică este una dintre proprietăţile de bază ale materiei Unele particule, cum sunt protonii, au sarcină pozitivă Altele au sarcină negativă Iar altele, cum sunt neutronii, nu au niciun fel de sarcină electrică Când două particule au acelaşi fel de sarcină electrică, sunt împinse departe una de cealaltă Dacă au sarcini cu semn opus, cum sunt

protonii cu electronii, sunt atrase mai aproape unele de celelalte însă, universul a fost prea fierbinte ca sâ-i lase să se fixeze într-un loc. Electronii au bântuit liberi prin spaţiu, trâgându-le câte-o scatoalcă fotonilor şi împingându-i încolo şi încoace, fiindcă asta le place electronilor liberi să facă.

Chestie care a luat sfârşit când temperatura universului a scăzut sub 3 000 de kelvini (cam jumătate din temperatura de la suprafaţa Soarelui) şi toţi electronii liberi s-au combinat cu acei protoni încărcaţi pozitiv. După ce electronii şi protonii s-au unit, toţi fotonii puteau să traverseze universul nestingheriţi – sub formă de lumină, o lumină pe care savanţii pot s-o detecteze şi astăzi. Dar vom vorbi mai în amănunt despre asta în Capitolul 3.

Au trecut 380 000 de ani de la începutul începutului.

Universul şi-a continuat expansiunea, ca un balon care se umflă la nesfârşit şi nu se sparge niciodată. Pe măsură ce creştea, se răcea, iar gravitaţia a început să-şi facă treaba. în primele câteva sute de mii de ani. particulele goneau peste tot. ca nişte ţânci de grădiniţă lisaţi liberi pe terenul dejoacă. Pe urmă, gravitaţia a început să tragă de aceste bucăţi de materie, adunându-lc împreună sub forma

metropolelor cosmice numite galaxii.

Au luat astfel naştere aproape o sută de miliarde de galaxii. Fiecare galaxie conţinea sute de miliarde de stele.

Aceste stole au fost ca nişte oale de gătit sub presiune, forţând particulele minuscule să se lege unele de altele în elemente din ce în ce mai mari. Stelele cele mai mari adunau

Această imagine luată cu t<Sevcopul arată sute de mu de stele. în apropierea centrului galaxiei noastre. Calea Lactee

în ele atât de multă presiune şi căldură. încât au produs elemente chimice grele, cum ar fi fierul.

Elementele chimice din interiorul acelor stele gigantice ar fi complet nefolositoare, dacă ar fi să rămână acolo unde s-au format. Dar stelele acelea erau instabile şi au explodat, aruncându-şi măruntaiele în toate direcţiile prin galaxie.

După g miliarde de ani de la începutul universului. într-o parte de mărime medie a acestuia. într-o galaxie de mărime medie, s-a născut o stea de mărime medie (Soarele).

Cum s-a format? Gravitaţia a atras încet-încet un nor enorm de gaze, plin cu particule şi elemente

chimice grele burduşite cu protoni şi neutroni adăugaţi în plus. În timp ce se învârteau pe orbite unul în jurul altuia, gravitaţia i-a forţat să se apropie din ce în ce mai mult, până când s-au ciocnit şi au fuzionat.

ce Sunt elementele chimice?

Exista 118 elemente chimice cunoscute în univers. Fiecare element are în componenţă numai un singur tip de atomi Principala diferenţa dintre elemente este dată de numărul de protoni înghesuiţi în miezul nucleului. Hidrogenul, care nu are decât un singur proton, este elementul cel mai des întâlnit din univers. Dacă adaugi un proton la un atom de hidrogen, vei obţine un nou element. heliul.

După ce s-a născut Soarele, norul de gaze încă mni avea rămase ingrediente cosmice din belşug. Norul a furnizat destulă materie cât sft se facă vreo câteva planete, sute de mii de roci spaţiale cunoscute sub denumirea de asteroizi şi miliarde de comete. Chiar şi după asta, tot au mai rămas resturi, iar aceste gunoaie rătăcitoare s-au izbit de alte obiecte cosmice.

Ciocnirile acestea au fost atât de pline de energie, încât au topit suprafaţa planetelor alcătuite din roci.

Pe măsură ce cantitatea de chestii care se fâţâiau încolo şi-ncoace prin sistemul solar a scăzut, au fost tot mai puţine asemenea ciocniri, iar suprafaţa planetelor a început să se răcească. Planeta pe care o numim Pământ s-a format Intr-un fel de zonă Goldilocks din jurul Soarelui. Dacă îţi aminteşti din povestea cu aceiaşi nume, fetiţei Goldilocks („Bucle aurii”) nu-i plăcea terciul nici prea fierbinte, nici prea rece. Voia să fie exact cum trebuie. Ei, la

fel şi Pământul: s-a format exact la distanţa potrivita faţă de Soare. Dacă Pământul ar fi fost mult mai aproape, oceanele s-ar fi evaporat. Daca Pământul ar fi fost mult mai departe, oceanele ar fi îngheţat.

Când ne u<tâm la Pământ de la o depărtare de 700 de kilometri deasupra iu« ne dăm seama de ce i se spune „planeta aipastrâ"

în oricare dintre aceste două cazuri, viaţa, aşa cum o cunoaştem noi acum, n-ar fi putut să evolueze.

Tu n-ai mai fi aici, citind aceasta carte.

universul are acun vârsta de peste 9 niiiarde de ani.

Apa înmagazinată înăuntrul rocilor care alcătuiau tânăra noastră planetă fierbinte a fost eliberată şi azvârlită în aer. Pe măsură ce Pământul se răcea, apa a căzut înapoi pe suprafaţa planetei, sub formă de ploaie, dând treptat naştere oceanelor, înăuntrul acestor oceane, printr-o metodă pe care n-am reuşit încă s-o dibuim, nişte molecule simple s-au unit unele cu altele şi s au transformat în viaţă.

Oamenii sunt fiinţe aerobe, adică au nevoie de aer bogat în oxigen. Actorii principali din aceste oceane timpurii erau simple bacterii anaerobe – forme de viaţă microscopice care nu au nevoie de oxigen pentru a supravieţui. Din fericire, acele bacterii anaerobe produceau oxigen, pompându-l în aer. deci umplând atmosfera cu elementul acela de care noi. oamenii, vom avea nevoie până la urmă ca să ne meargă bine. Această nouă atmosferă bogată în oxigen a permis apariţia tot mai multor forme de viaţă din ce în ce mai complexe.

Dar viaţa c o chestie fragilă. Din când în când, apar comete imense şi asteroizi. care se izbesc de planeta noastră şi fac nişte stricăciuni enorme.

în urmă cu 65 de milioane de ani. un asteroid cu greutatea de 10 bilioane de tone s-a lovit de ceea ce este astăzi peninsula Yucatan din Mexic. Roca spaţială a făcut o gaură în suprafaţa Pământului cu

un diametru de aproximativ 200 de kilometri şi adâncă de aproximativ 20 de kilometri. Impactul, împreună cu praful şi bucăţile de stâncă pe care le-a aruncat în atmosferă, a dus la dispariţia aproape tuturor fiinţelor vii de pe Pământ, inclusiv a faimoşilor dinozauri uriaşi.

Extincţie. Sfârşitul absolut al existenţei unei fiinţe sau forme de viaţă.

Dar această catastrofă le-a permis să prospere mamiferelor din care ne tragem. în loc să fie mai departe gustări între mesele principale pentru *tyrannosaurus rtx.* Dintre aceste mamifere, cele dotate cu un creier mai mare, pe care le numim primate, au evoluat până ce s-a desprins din ele o specie (Homo *sapient)* îndeajuns de deşteaptă încât şi inventeze metode şi instrumente de cunoaştere – şi să-şi dea seama care a fost originea universului şi cum a evoluat el.

Ăştia suntem noi.

Ce s-a întâmplat înainte de începutul începutului? Astrofizicienii n-au nici cea mai vagă idee. Sau. mai bine zis. răspunsurile noastre cele mai creative la această întrebare nu au deloc sau aproape deloc bază în ştiinţa experimentală. Cu alte cuvinte, nu putem aduce dovezi. Ca reacţie, unii oameni insistă să spună că trebuie să fi fost ceva care a declanşat totul: o forţă mai mare decât toate celelalte, o sursă din care izvorăşte totul. în mintea acestor oameni, acel ceva este, bineînţeles. Dumnezeu.

Dar dacă universul era dintotdeauna acolo. întro stare pe care nu am reuşit încă s-o identificăm – un univers multiplu, de exemplu, care dă naştere tot timpul unor noi universuri?

Sau daca universul pur şi simplu şi-a făcut apariţia, poc!, din nimic?

Sau daca tot ce cunoaştem noi şi tot ce iubim n-a fost nimic altceva decât un joc pe calculator, creat de o specie superinteligentă de extratereştri?

Întrebările de acest fel nu reuşesc de obicei sâ mulţumească pe nimeni. Totuşi, ele ne aduc aminte că neştiinţa – faptul de a nu şti – este starea de spirit naturală a unui cercetător ştiinţific. Celor tineri şi isteţi nu le place absolut deloc sâ spună: HNu ştiu”. Insă oamenii de ştiinţă trebuie sâ admită că. de fapt, nu ştiu întotdeauna. Oamenii care cred câ le ştiu pe toate nici n-au căutat, nici nu s-au împiedicat vreodată de graniţa dintre ce este cunoscut şi ce este necunoscut în univers.

Acolo este locul unde sper sâ te duc pe tine în următoarele capitole.

Ceea ce ştim cu certitudine este că universul a avut un început.

Ştim că universul continuă să se schimbe şi să evolueze.

Şi ştim că originea fiecărui atom din corpul tău poate fi urmărită înapoi în timp» până la marele Big Bang şi la furnalele din stelele-gigant care şi-au aruncat măruntaiele prin galaxii. în urmă cu peste 5 miliarde de ani.

Suntem praf de stele care a prins viaţă.

Universul ne-a dat puterea de a4 cunoaşte – şi abia ce-am început!

2.

cum

Imaginează-ţi că aterizăm pe altă planetă, unde trăieşte o înfloritoare civilizaţie extraterestră. Extratereştrii s-ar putea să nu arate defel ca noi. S-ar putea să aibă trei picioare. Sau să nu aibă picioare deloc. S-ar putea ca pielea lot să fie gelatinoasă şi vineţie, iar ei să fie mai urâţi decât şobolanii-cârtiţă golaşi. Ori poate vor fi nişte dansatori nemaipomeniţi. Pur şi simplu nu ştim. Singurul lucru pe care-l ştim cu siguranţă este că lumea lor se va supune aceloraşi legi ale fizicii ca a noastră.

în ştiinţă, noi numim acest concept universalitatea legilor fizicii.

Dacă ni vrea să vorbeşti cu extratereştrh, poţi pune pariu Că nu vor vorbi nici engleză, nici franceză şi nici măcar chineză mandarină. Aşa cum nu vei şti nici dacă, atunci când dai

mâna cu eu gestul tău va fi considerat un salut prietenesc sau o insultă de neiertat. Dar dacă extratereştm sunt o civilizaţie avansată, vor înţelege legile fizicii, pe care şi ei. şi noi le avem în comun. înalţi sau scunzi, gelatmoşi sau nu. vor şti cum stă treaba cu gravitaţia. Deci cea mai bună şansă a ta este să găseşti un med de a comunica folosind limbajul ştiinţei

Regulile ştiinţifice care definesc şi dau formă lumii noastre sunt aceleaşi peste tot în univers. începând din curtea casei tale, continuând cu suprafaţa planetei Marte şi mergând dincolo de ea. Până şi filmele din scria *Războiulsteltlor,* a căror acţiune se petrece într-o galaxie foarte, foarte îndepărtată, trebuie să se supună acestor legi, dat fiind că galaxiile cele mai îndepărtate rămân parte din cosmosul nostru.

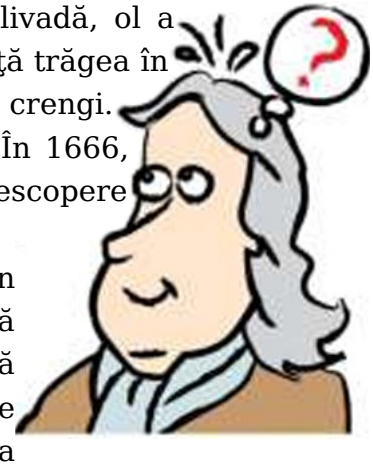
Oamenii de ştiinţă nu au ştiut dintotdeauno că legile fizicii sunt universale. Până în anul 1666, când un domn pe nume Isaac Newton a scris pe hârtie legea gravitaţiei – un fel do reţetă pentru modul cum funcţionează gravitaţia –, nimeni nu avea vreun motiv să creadă că regulile ştiinţifice de aici, de la no: de acasă, ar trebui să fie aceleaşi peste tot în univers. Pe Pământ se petreceau chestii pământeşti, iar în ceruri – adică acolo unde erau stelele şi planetele – aveau loc chestii cereşti.

în vieţile noastre obişnuite, de zi cu zi, regulile

pot să schimbe în funcţie de locul unde ne aflăm. La tine acasă, de exemplu, poate că ai voie să tropăi prin toate camerele încălţat în adidaşii cu care ai venit de afară. Dar. dacă te duci acasă la cel mai bun prieten al tău. regulile de acolo s-ar putea să-ţi ceară să te descalţi în holul de la intrare, ca să nu

împrâştii noroi prin toată casa. Oamenii de ştiinţă credeau înainte că şi în cosmos lucrurile se petrec la fel. Newton a descoperit că universul funcţionează altfel

Aceleaşi legi se aplică peste toL în 1665. oamenii fugeau cât îi ţineau picioarele din Londra, de frica unei boli contagioase numite ciumă. Sir Isaac Newton li s-a alăturat şi el. rctrăgându-sc pe moşia lui de la ţară, aflată în comitatul Lincolnshire. Departe t de oraş. Newton s-a trezit că are o grămadă de timp liber, aşa că s-a apucat să cugete. Uitându-se la pomii din livadă, ol a început să se întrebe ce fel de forţă trăgea în jos merele care se copseseră pe crengi. De ce cădeau drept pe pământ? În 1666, această întrebare l-a ajutat să descopere legile gravitaţiei



Geniul lui Newton a constat în faptul că şi-a dat seama că gravitaţia făcea mai mult decât să tragă merele coapte în jos spre iarbă. El a înţeles că tot gravitaţia este cea care menţine Luna pe orbită în jurul Pământului

Legea gravitaţiei descoperită de Newton dirijează planetele, asteroizii şi cometele în jurul Soarelui.

Tot ea împiedică sute de miliarde de stele din galaxia noastră. Calea Lactee, să se ducă

învârtindu-se ca nişte titirezi până departe în cosmos.

Sir Isadc Newton ţi-a dat seama că gravitaţia face ma< mult decăt să tragă în jos merele d>n pomi Tot ea este cea care ţine Luna pe orbită în jurul Pământului

Gravitaţia nu este singura lege care are o asemenea arie de cuprindere universală.

Din vremea lui Newton şi până azi, savanţii au descoperit multe alte legi ale fizicii care acţionează exact la fel peste tot. Acest caracter universal al legilor fizicii şi ajută pe oamenii de ştiinţă să facă descoperiri fantastice. Putem să studiem stele şi

planete aflate la foarte mare depărtare şi să pornim de la ipoteza că şi ele se supun aceloraşi legi.

După Newton, astronomii din secolul al XIX-lea au folosit aceasta idee ca sâ stabilească faptul câ Soarele este alcătuit din aceleaşi elemente chimice ca acelea studiate pe Pământ, printre care hidrogen, carbon, oxigen, azot, calciu şi fier. Ba au găsit şi urme ale unui nou element chimic în lumina solară. Fiind provenită din Soare, noii substanţe i s-a dat un nume denvat din cuvântul elin *helios* („Soarele”). Heliul a devenit primul şi singurul membru al grandioasei mulţimi de elemente chimice cunoscute drept tabel periodic al elementelor care să fi fost descoperit şi în altă parte decât pe Pământ Mulţi am mai târziu, petrecerile de ziua de naştere s-au schimbat o dată pentru totdeauna când copiii au descoperit că. dacă trag o gură din gazul cu care sunt umflate baloanele, vocile lor se transformă complet, devenind la fel de piţigăiate ca într-un film de desene animate.

OK. aceste legi acţionează în sistemul solar, dar acţionează oare la fel în toată galaxia?

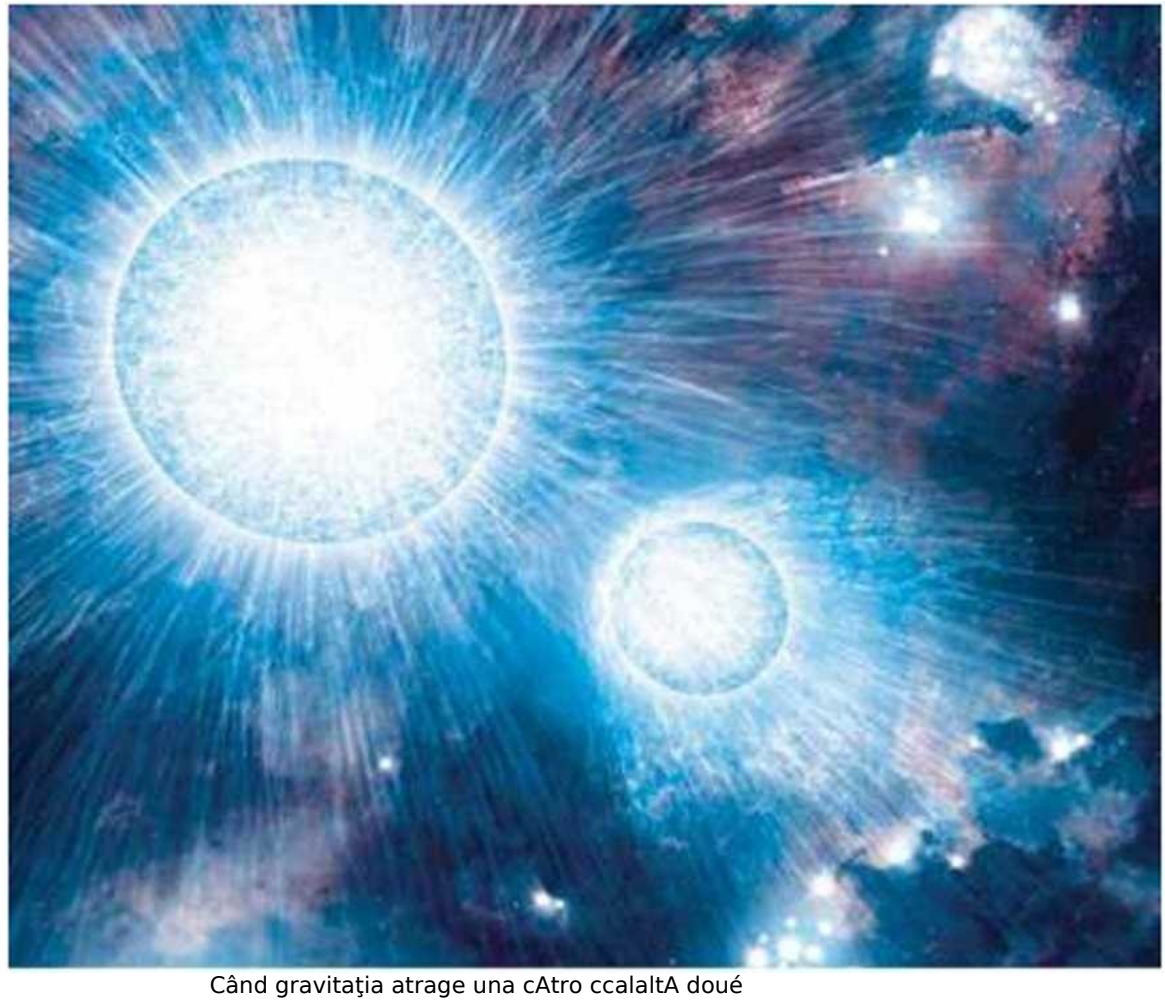
Şi în tot universul?

Şi existau ele oare şi acum un milion sau chiar câteva miliarde de ani?

Pas cu pas, legile au fost testate.

Astronomii au descoperit că stelele din vecinătate sunt şi ele alcătuite din aceleaşi clemente familiare nouă, cum ar fi hidrogenul şi carbonul. Mai târziu, în timp ce studiau stelele binare, adică perechile de stele care se învârt una în jurul celeilalte ca nişte boxeri şovăielnici care îşi dau târcoale în ring, astronomii au descoperit încă

o dată influenţa gravitaţiei. Aceeaşi lege universală care trăgea în jos mărul Iui Newton din pom şi care nu-i lasă pe puştii de clasa a



Când gravitaţia atrage una cAtro ccalaltA doué stele mari v grele, rozul* tatei« pot fi explozive dupâ cum se poate vedea din ilustraţia acestui grafician

cincea să dea coş de sus leagă laolaltă aceste perechi de stele şi le permite savanţilor să le prezică mişcările.

Deci legile funcţionează la fel şi aici, şi foarte departe de aici. Dar de unde ştim că întotdeauna a fost aşa? Aceste legi universale existau şi îşi produceau efectele şi acum un milion de ani?

Da. Ştim acest lucru, pentru că astrofizicienii pol să vadă în trecut.

Când te uiţi la planeta Marte printr-un telescop,

nu vezi Planeta Roşie aşa cum este ca în acest moment. Distanţa dintre Pământ şi Marte so schimbă, dar hai să zicem că este

Lumina dc pc Martc câlAtoreştc prin ipatiu ca şi ajungă la telescopul
nostru, deci noi vedem de fapt planeta aşa cum era în urmi cu citeva
minute.

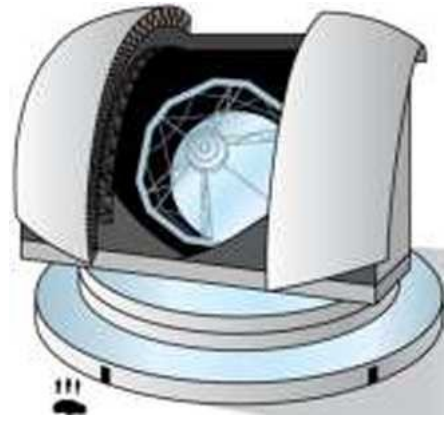
de 225 de milioane de kilometri. Asta înseamnă că lumina trebuie să parcurgă 225 de milioane de kilometri ca să ajungă la noi – o călătorie pentru cate raza de lumină nre nevoie dc vreo 12 minute. Dat fiind că luminii S-a luat 12 minute să ajungă la telescopul tău. practic tu vezi planeta Marte aşa cum era în urmă cu 12 minute.

Astrofizicienii au telescoapc mult moi mari, deci putem să studiem obiecte aflate mult mai departe şi, cu cât privim mai departe în spaţiu, cu atât

vedem mai departe în trecut.

Ştiu ce gândeşti tu acum: C/au, ce Care/

Da, exact ăsta e răspunsul potrivit.



Vorbim despre distanţa până la stele şi galaxii îndepărtate în termeni de ani-lumină. adică timpul de care are nevoie o rază de lumină ca să călătorească de la acel obiect până la telescopul nostru. Deci când studiem o galaxie aflată la 5 miliarde de ani-luminâ depărtare, asta înseamnă că luminii i-au trebuit 5 miliarde de ani ca să ajungă până la noi.

Cu alte cuvinte, vedem galaxia aceea aşa cum era în urmă cu 5 miliarde de ani.

Ne uităm înapoi în timp, la propriu, şi constatăm că obiectele cele mai îndepărtate din univers, care sunt vechi de miliarde de ani. se supun aceloraşi reguli pe care le observăm şi astăzi. De-a lungul şi de-a latul cosmosului, legile universale s-au ţinut permanent de treabă. în acelaşi fel, de la începutul începutului.

Bineînţeles, faptul că legile fizicii au un caracter universal nu înseamnă că toate lucrurile care se întâmplă în cosmos au loc şi pe Pământ. Doar pentru că legile sunt aceleaşi peste tot nu înseamnă că totul este posibil oriunde. De pildă, pun panu că nu te-ai întâlnit niciodată pe stradă cu o gaură neagră cosmică.

Monştrii aceştia cosmici se formează când gravitaţia determină implozia unor stele incredibil de dense. Gravitaţie aspiră toată

materia din stea înspre centrul acesteia, lăsând un Icc gol o gaură, acolo unde strălucea steaua înainte. Forţa gravitaţională din jurul acestor găuri negre este atât de puternică, încât nici măcar lumina nu poate să scape din ele. Dacă o asemenea groapă cosmică ar apărea realmente în asfaltul de pe stradă, tu n-ai fi singura ei victimă. întreaga planetă ar putea fi atrasă în vârtejul gravitaţional, dispărând cu totul.

Dar. aşa puternice cum sunt, găurile negre cosmice se supun totuşi legilor naturii.

Legile fizicii nu sunt singurele care se aplică peste tot în univers. Ele se bazează pe nişte numere denumite constante, care îi ajută pe oamenii de ştiinţă să prezică efectul pe care îl va avea o lege dată. Constanta atracţiei gravitaţionale, notată Jt* sau .G". ii ajută pe oamenii de ştiinţă să-şi dea seama cât de puternică va fi gravitaţia într-o situaţie dată. Spre exemplu, putem folosi constanta atracţiei gravitaţionale ca să estimăm gravitaţia de la suprafaţa planetei Marte.

Dintre toate constantele, totuşi viteza luminii este cea mai faimoasă. în timpul misiunilor spaţiale Apollo, astronauţii au avut nevoie de vreo trei zile ca să zboare până pe Lună. Dacă s-ar fi deplasa! cu viteza luminii, călătoria de aproape 386 000 de kilometri ar fi durat un pic mai mult de o secundă. Şi-atunci de ce n-au făcut aşa? Pentru că este imposibil.

Niciun experiment n-a reuşit să descopere vreun obiect, de orice fel sau formă, care să ajungă la viteza luminii.

Oricât de repede ne-am deplasa, nu vom putea niciodată să depăşim o rază de lumină.

Oamenii realizează tot timpul câte ceva aparent

imposibil. De asemenea. îi subestimăm mereu pe inginerii şi inventatorii noştri. Oamenii spuneau odinioară că nu vom putea zbura niciodată. Au insistat sâ spună şi că nu vom ajunge niciodată pe Lună şi că nu vom putea scinda atomul. Intre timp, le-am făcut pe toate trei. În fiecare caz însă, nu ne-a stat în cale şi nu ne-a pus piedică nicio lege a fizicii deja stabilită.

A fost greu să mergem pe Lună, dar nu imposibiL

Afirmaţia .Nu vom putea niciodată să depăşim viteza unei raze de lumină* este o predicţie complet diferită. Ea decurge din nişte principii elementare ale fizicii, verificate de-a lungul timpului. Universul ar putea foarte bine să fie înţesat cu indicatoare rutiere de limitare a vitezei pe care să scrie aşa:

Viteza luminii:
NU **e doar o idee buná – asta-i legea.**

Extratereştrii. oricât de avansaţi sau de inteligenţi ar fi. nu vor putea să depăşească nici ei viteza unei raze de lumină. Dar probabil că vor fi familiarizaţi cu toate aceste constante. Toate studiile noastre ştiinţifice, toate măsurătorile şi observaţiile asupra cosmosului sugerează că marile constante. începând cu cea gravitaţională şi până la viteza luminii şi toate legile fizicii care folosesc aceste constante nu se schimbă niciodată în funcţie de timp sau de loc.

Probabil ţi se pare că sunt un pic prea sigur pe mine. Savanţii nu le ştiu pe toate. Nici pe departe! Şi nici nu suntem toţi de acord asupra tuturor lucrurilor. Ne certăm întruna, ca fraţii şi surorile

între ei. Dar când o facem, argumentele noastre se concentrează pe concepte şi pe evenimente cosmice pe care abia dacă le înţelegem.

Când intră în discuţie şi o lege universală a fizicii, controversa va fi garantat una de scurtă durată.

Dar uite că nu toată lumea pricepe chestia asta.

în urmă cu câţiva ani eram la o cofetărie din Pasadena, statul California, şi voiam sâ beau o cană cu cacao caldă. Fireşte, comandasem şi cu frişcă deasupra! Când mi-a sosit la masă cana cu cacao, am văzut că nu avea nici urmă de fnşcâ pe ea. După ce i-am spus chelnerului că nu mi-a pus frişca peste cacao, deşi aşa cerusem, el a insistat să mă convingă că nu o văd din cauza că s-a dus la fund.

Dar frişca bătută are o densitate scăzută. Pluteşte pe toate chestiile lichide pe care noi. oamenii, le bem. inclusiv cacao fierbinte. Oriunde te-ai afla în univers, substanţele cu densitate mai mică vor pluti în lichidul cu densitate mai mare. Aceasta este o lege universală.

Prin urmare, ram oferit chelnerului meu două posibile explicaţii: fie cineva uitase sâ adauge frişca bătută în cana mea cu cacao, fie legile universale ale fizicii nu se aplicau în localul unde servea eL Deloc convins, el a adus la masă o porţie de frişcă bătută, ca să-mi demonstreze că avea dreptate. După ce a fost cufundată o data sau de două ori în lichidul fierbinte, frişca s-a ridicat frumos la suprafaţă, unde a şi rămas, plutind liniştit

Ce dovadă mai bună vrei pentru universalitatea legilor fizicii?

L-am întâlnit pe Superman odată. Asta s-a întâmplat în paginile unei cărţi de benzi desenate, dar mie mi s-a părut totul foarte real. în cărticica aceea, intitulată „Lumină stelară, stea strălucitoare” (.Star Light, Star Bright*), Omul de Oţel era foarte ocupat să se lupte cu o hoardă de extratereştri care invadaseră planeta Marte. când, deodată, trebuie să ia o pauză. El părăseşte bătălia, lăsând-o pe seama amicilor lui din Liga Dreptăţii, şi zboară înapoi pe Pământ, pentru că vrea să vadă o stea.

Fix genul meu de supererou!

Dacă nu ştii cine este Superman. află că pielea lui nu lasă să treacă gloanţele, ochii pot trage cu laser, poate să zboare şi mai are şi alte câteva puteri remarcabile. Totuşi, mai important decât orice, el este extraterestru. S-a născut pe o planetă numită Krypton şi a venit pe Pământ când era încă nounăscut. într-o mică navă spaţială. După călătoria prin spaţiu, a aterizat pe un câmp din Kansas. i-a cunoscut pe noii lui părinţi, Jonathan şi Martha Kent. după care şi-a văzut de viaţa lui.

Numai că. în timp ce călătorea spre Pământ, planeta Krypton a fost distrusă. Banda desenată şi filmul vin cu versiuni diferite în privinţa celor întâmplate, dar în cărticica pe care am citit-o eu. ..Lumină stelară, stea strălucitoare'*, soarele planetei Krypton devine supernovă, adică explodează, ocazie cu care prăjeşte de tot planeta natală a lui Superman.

Contribuţia mea la acea bandă desenată, pe lângă că am fost personaj în poveste, cu tot cu mustaţa din dotare şi vesta mea preferată cu imprimeu astronomic, a fost să găsesc un loc unde s-ar putea afla planeta natală a lui Superman în galaxia noastră adevărată. Autorii benzii desenate mi-au cerut ajutorul şi. după un pic de cercetare, am ales o zonă drăguţă din constelaţia Corvus, cam la vreo 27 de ani-luminâ de Pământ. Repet, aceasta este distanţa pe care ar trebui s-o parcurgă o rază de lumină în timp ce goneşte în univers, timp de 27 de ani.

Deci, într-un cuvânt, departe.

în timpul primei călătoni a lui Superman spre Pământ, nava lui spaţiala depăşeşte viteza luminii. Da, e imposibil, aşa cum am văzut în ultimul capitol. Dar. dat fiind că vorbim despre nişte extratereştn foarte inteligenţi. poate câ ei au descoperit cum să creeze găuri de vierme şi să călătorească prin ele. Gaura de vierme te duce unde vrei tu în univers, fiindcă o iei pe scurtătură.

Superman ajunge pe Pământ, dar. când soarele lui explodează, lumina degajată din acel eveniment trebuie să călătorească prin spaţiu la viteza ei obişnuită. În timp ce Superman creşte pe Pământ. învăţând cum să muncească la fermă, memorând capitalele statelor

americane şi descoperindu-şi puterile, razele de lumină emise de steaua care a explodat încă mai călătoresc prin cosmos.

Odată devenit adult. Superman se muta la Metropohs. care e practic doar o versiune a oraşului meu natal. New York City. şi se transforma în faimosul Om de Oţel – iar în tot acest timp razele de lumină continuă să călătorească.

Găurile de vierne

Una dintre ideile strălucite ale lui Albert Emstem a fost aceea că gravitaţia ar putea, de fapt, să schimbe forma spaţiului, transformând liniile drepte în linii curbe Dar, dacă tragi de ideea asta până la extrem, atunci devine posibil să curbezi porţiuni întregi din univers $i să aduci mai aproape unele de altele nişte puncte foarte înde-părtate. Să zicem că universul nostru e ca o foaie simplă de hârtie. Dacă ar fi sâ desenezi Pământul intr-un colţ, apoi să adaugi în colţul opus pe diagonală un cerc care să reprezinte planeta Krypton, cel mai scurt drum intre cele două ar fi o linie dreaptă, nu? în mod normal, da Dar dacă gravitaţia ar curba acest univers aplatizat, iar tu at împături foaia de hârtie astfel încât cele două planete ar fi aproape sâ se atingă, atunci distanţa cea mai scurtă se schimbă. O gaură de vierme – Emstem a numit-o „punte" – este un fel de tunel prin spaţiu care conectează aceste douâ puncte îndepărtate. Nu ştim dacă ete există în realitate sau dacă ai putea călători în siguranţă printr-o gaură de vierme, intr-o navă spaţială, fără să-ţi fie smuls fiecare atom din corp, dar neîndoios că autonlor de SF le plac la nebunie.

Când Superman se îndrăgosteşte de Lois Lane. razele acelea de lumină încă n-au ajuns pe Pământ.

Când Superman o ia spre Marte ca să-i alunge de acolo pe invadatorii extratereştri, fotonii au început în sfârşit să se apropie. Dat fiind că steaua lui Superman se află la 27 de ani-lumină de Pământ şi că soarele ei a explodat imediat după naşterea lui. înseamnă că Superman are 27 de ani când lumina provenită din acea supernovă ajunge în sfârşit în telescoapele noastre.

în acel moment. Omul de Oţel dă fuga la P'anetanul Hayden, ca sâ-l viziteze pe subsemnatul. în povestea din cărticică, versiunea mea de bandă desenată a aranjat lucrurile în aşa fel încât toate telescoapele de maximă putere de pe Pământ să fie îndreptate spre Corvus, ca să capteze cât mal multă lumină cu putinţă – vizibilă şi invizibilă.

Momentul acesta este îngrozitor de trist pentru bietul Superman. în sfârşit, vede şi el fără nicio îndoială că planeta lui natală a fost prăjită de o supernovă. Dar este ilustrarea perfecta a unuia dintre cele mai stranii lucruri din astrofizică – sau chiar din natură. Am parcurs deja această idee, dar merită s-o reluăm. Lumina are nevoie de timp ca să călătorească de la sursa emitentă la telescoapele noastre. Aşadar, ori de câte ori ne uitam la ceva, ori de câte ori lumina dinspre un obiect se loveşte de privirea noastră, noi de fapt vedem acel lucru aşa cum era în trecut, atunci când fotonii şi-au început călătoria spre ochii noştri. Cu cât ne uităm mai departe în spaţiu, cu atât lumina are de parcurs o distanţă mai lungă şi cu atât vedem mai departe în timp.

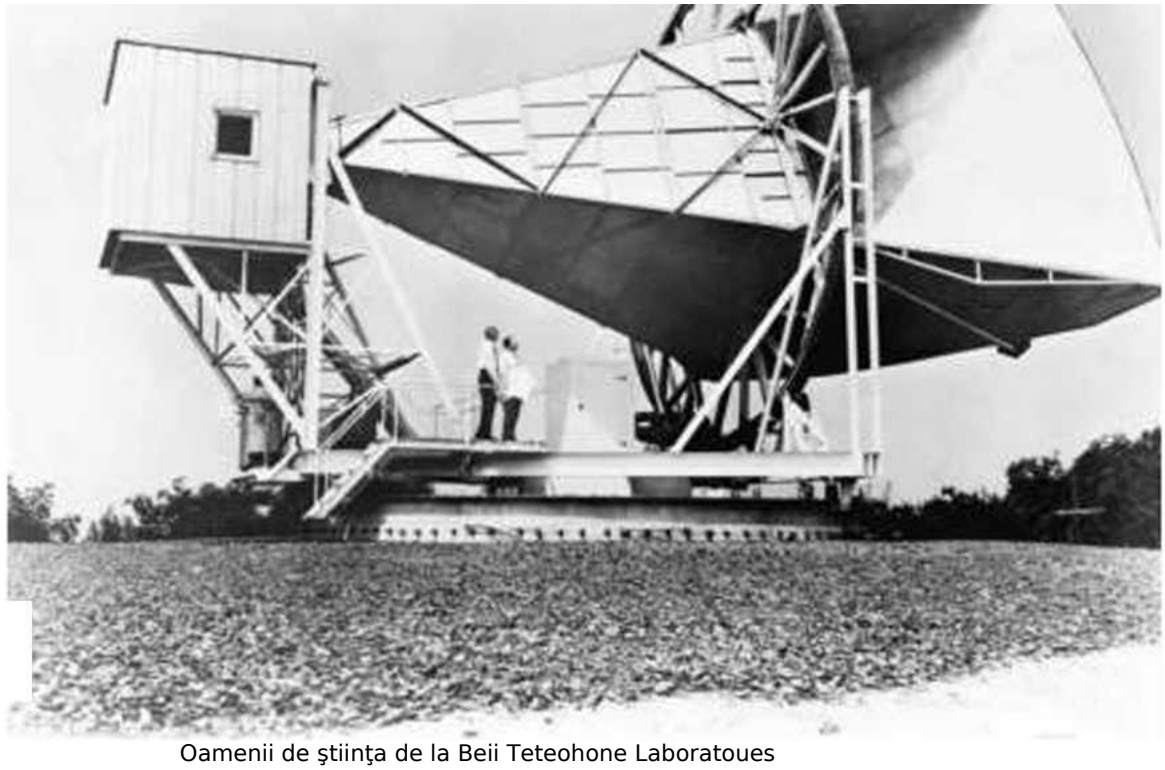
Pentru astrofizicieni este normal să se uite înapoi în timp cu 27 de ani. aşa cum facem Superman şi cu mine

în cartea de benzi de desenate. în ziua de azi. telescoapele şi detectoarele pe care le avem ne permit să aruncăm o privire peste miliarde de ani în trecut Aproape că putem vedea până la începutul începuturilor universului. Pentru asta trebuie să ie mulţumim lui Arno Penzias şi Robert Wilson, doi oameni de ştiinţă care au făcut accidental una dintre cele mai mari descoperiri astrofizice ale secolului XX.

în 1964. Penzias şi Wilson lucrau la Beli Telephone Laboratories. unitatea de cercetare de la AT&T (American Telephone and Telegraph), aceeaşi companie care oferă astăzi servicii de telefonie mobilă şi conectare la internei Vom vorbi mai în detaliu despre acest lucru în Capitolul 9. dar cerul e plin cu tipuri diferite de energie luminoasă. Unele, cum ar fi familiarele culori ale curcubeului, sunt vizibile. Altele sunt invizibile. Dar toate sunt unde de energie, iar una dintre principalele deosebiri dintre aceste forme de lumină constă în lungimea de undă, adică distanţa de la un maxim al undei la următorul. Compania AT&T construise o antenă-gigant. în formă de cornet, cu care să emită şi să recepţioneze unde radio.

Penzias şi Wilson şi-au îndreptat antena-gigant spre cer. dar oriîncotro ar fi întors-o. aceasta recepta o altă formă de lumină: microunde. în ziua de azi. majoritatea bucătăriilor americane au în componenţă cuptoare cu microunde, care gătesc sau încălzesc mâncarea potopind-o cu o sumedenie de asemenea unde lungi, invizibile şi cu energie scăzută Dar de ce

oamenii de ştiinţă dădeau peste toate aceste microunde?

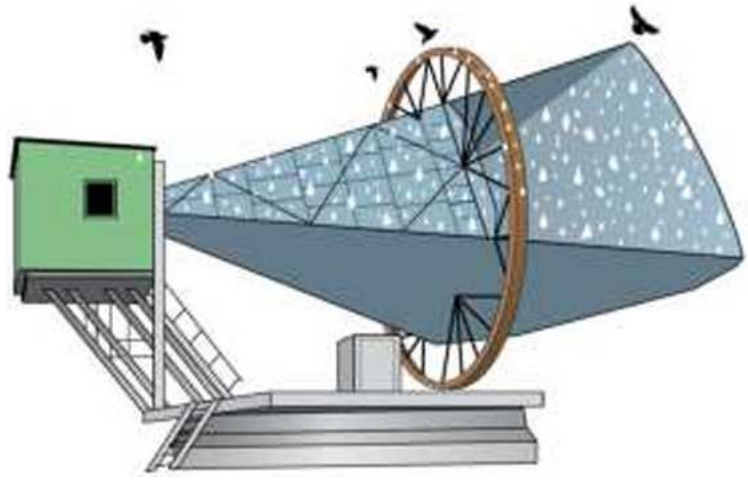


Oamenii de ştiinţa de la Beii Teteohone Laboratoues foloseau aceasta antena ca sa afle informaţii despre naşterea un<ver$u«ui

Penzias şi Wilson se tot scărpinau în cap şi nu înţelegeau. Au căutat posibile surse şi pe Pământ, şi în spaţiu. în aproape fiecare caz, cei doi savanţi puteau să explice de unde venea lumina, dar un anumit semnai rnicroondulatoriu rămânea un adevărat mister. Indiferent în ce direcţie ar fi îndreptat antena, Penzias şi Wilson dădeau peste acest semnal. Fireşte, s-au întrebat dacă nu cumva detectorul lor are vreo defecţiune, aşa că s-au uitat înăuntrul cornetului antenei şi au dat peste nişte porumbei cnre-şi făcuseră cuib ocolo. De

asemenea, antena era acoperită cu o substanţă albă.

Găinaţ de porumbel.



Excrementele de porumbel acopereau aproape tontă suprafaţa antenei. Aha. deci misterioasele microunde s-ar putea să fi fost doar efectul unei antene murdare. Penziaa şi Wilson au pus să fie curăţată toată acea substanţă, le-au dat ghes porumbeilor să-şi găsească alt loc de cuibărit şi nu testat din nou instrumentul.

Semnalul a scăzut puţin în intensitate, dar nu n dispărut. Deci nu era doar din vina porumbeilor. Dar savanţii tot nu aveau o explicaţie pentru lumina misterioasă.

între timp, fizicienii unei echipe de la Universitatea Princeton. sub conducerea lui Robert Dicke, au auzit de păţania lui Penzias şi Wilson. Dar. spre deosebire de cei doi. ei ştiau exact de unde venea acea lumină stranie.

Penzias şi Wilson nu aveau o problemă cu găinaţul de porumbel.

Ei descoperiseră lumină venită din copilăria

universului.

După marele Big Bang, universul a intrat intr-o expansiune rapidă.

Cosmosul are multe reguli misterioase, aşa cum am arătat deja, iar una dintre ele spune că energia nu poate fi creată sau distrusă. Se mai numeşte şi legea conservării energiei, pe care nu poţi s-o încâlci. Zău. Foarte serios vorbesc. Toată energia din universul nostru de astăzi exista şi când a avut loc Big Bangul. Pe măsură ce cosmosul se extindea, toată acea energie s a întins pe un spaţiu din ce în ce mai mare. Cu fiecare moment care trecea, universul devenea un pic mai mare, un pic mai rece şi un pic mni întunecos.

Timp de 380 OOO de ani. aşa au mers lucrurile.

în această perioadă timpurie, dacă misiunea ta ar fi fost să te uiţi spre celălalt capăt al universului, n-ai fi putut să vezi nimic. Ar trebui să fi putut vedea fotoni care făcuseră această călătorie cosmici, dar în perioada aceea fotonii nu puteau să călătorească prea departe. Ai încercat vreodată să ieşi din casă, dar în ultimul moment să te oprească mama sau tata şi să-ţi aducă aminte despre nu ştiu ce treabă pe care o aveai de făcut şi n-ai terminat-o sau vreo temă pentru şcoală pe care n-ai făcut-o? Aşa arăta viaţa unui foton de atunci. Electronii îi opreau tot timpul, înainte să fi apucat măcar să-şi înceapă călătoria. Dat fiind că fotonii nu puteau să ajungă nicăieri, nu era nimic de văzut. Universul era o ceaţă sclipitoare care se întindea în toate direcţiile.

Dar pe măsură ce temperatura a scăzut, particulele s-au mişcat din ce în ce mai lent. în cele din urmă,

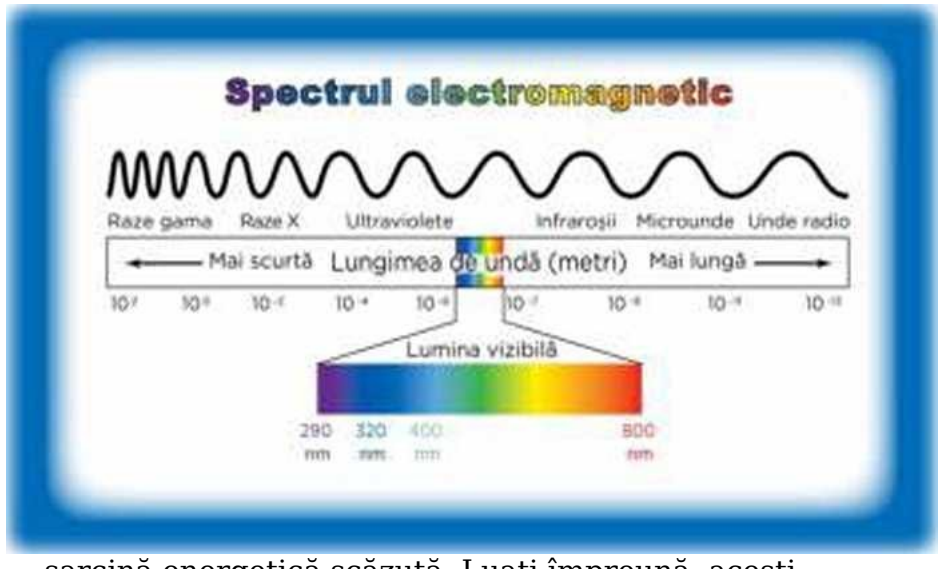
electronii şi-au încetinit mişcările suficient de mult
pentru a putea fi captaţi

de protoni aflăţi în trecere, După ce protonii s-au unit cu electronii, am avut primii atomi.

Bun. şi ce legătura are chestia asta cu găinaţul de porumbei?

Păi. din clipa în care protonii au început să înhaţe din mers electronii, fotonilor nu !e mai stătea nimic în cale. Au devenit liberi să călătorească fără să-i oprească nimic pe parcurs în tot universul.

în timp ce fotonii goneau nebuneşte prin cosmos, universul continua să se extindă şi sâ se răcească. Fotonii au început să devină tot mai slabi şi mai slabi. La început, aveau suficientă energie ca sâ fie vizibili – genul de fotoni pe care îi captează ochii noştri când ne uităm la pagina tipărită sau electronică a unei cărţi. Dar. tot călătorind milioane şi apoi miliarde de ani. aceşti fotoni s-au răcit. Au fost întinşi ca un elastic, transformându-se în microunde lungi şi cu



sarcină energetică scăzută. Luaţi împreună, aceşti fotoni de multă vreme călători alcătuiesc ceea ce noi numim ..radiaţia cosmică (cu microunde) de fond”.

Nu te lăsa intimidat de această denumire ştiinţifică aparent complicată. Şi, te rog eu frumos, nu ceda tentaţiei de a-ţi imagina un cuptor gigantic cu microunde care pluteşte de nebun undeva prin spaţiu. Radiaţia cosmică de fond nu este altceva decât o rămăşiţă de lumină dintr-un univers timpuriu orbitor de luminos şi teribil de fierbinte.

Şi e fix aceeaşi lumină pe care au captat-o Penzias şi Wilson cu antena lor.

George Ganow

Pe lângă faptul că a avut o enormă influenţă ca specialist în cosmologie. George Gamow a fost şi un

profesor foarte bun Una dintre studentele lui. Vera Rutxn, avea să facă descoperiri importante despre materia întunecată. acea substanţă misterioasă care ţine laolaltă galaxiile îndepărtate. Gamow chiar a sens cărţi pentru copil Una dintre senile de cărţi sense de el îl are ca personaj principal pe domnul Tompkins. care porneşte în tot felul de aventuri ştiinţifice ciudate La un moment dat. domnul Tompkins se transformă într-un electron, care, la fel ca particulele dm universul nostru timpuriu, este anihilat în clipa când se întâlneşte cu geamănul său din antima- terie. pozitronul. Cam neplăcut final.

- -

Savanţii vedeau universul aşa cum era în urmă cu aproape 14 miliarde de ani.

Existenţa radiaţiei cosmice de fond fusese prezisă cu zeci de ani înainte, de către un fizician american născut în Rusia, pe nume George Gamow. Când Dicke şi colegii lui de la Princeton au aflat despre straniul semnal descoperit de Penzias şi Wilson, şi-au dat seama ce înseamnă el de fapt. Ei înşişi căutaseră dovezi de existenţa a radiaţiei cosmice de fond. Şi totul se potrivea, inclusiv faptul că semnalul venea din toate direcţiile.

Peste mai mult de un deceniu, în 1978, descoperirea radiaţiei cosmice cu microunde de fond Je-a adus lui Penzias şi Wilson cea mai mare distincţie din ştiinţă, premiul Nobel.

De unde ştim că avem dreptate în privinţa radiaţiei cosmice de fond?

Gândeşte-tc puţin din punctul de vedere al unui extraterestru. Aminteşte-ţl că lumina are nevoie de timp ca să ajungă la noi din locuri îndepărtate ale universului. Dacă privim foarte departe în spaţiul cosmic, practic putem vedea foarte departe în timp. Deci, dacă locuitorii inteligenţi ai unei galaxii aflate foarte, foarte departe de noi ar măsura temperatura microundelor cosmice de fond chiar înainte ca acei fotoni să-şi înceapă călătoria spre telescoapele noastre, rezultatul obţinut de ei ar trebui să fie niţel mai mare decât temperatura măsurată de no), fiindcă ei ar trăi într-un univers mai tânăr, moi mic şi mai fierbinte.

Poţi să testezi şi practic această idee.

Molecula de cianogen devine excitată când este expusă la microunde. Când zic „excitată”, mă refer la faptul câ electronii moleculei sar la alt nivel. în timp ce orbitează în jurul nucleului, dar. dacă ţii neapărat sâ ţi-i închipui ţopăind în paşi de dans, n-am nimic împotrivă. Microundele mai calde excită un pic mai mult cianogenul decât microundele mai reci. Astrofizicienii au comparat cianogenul pe care îl vedem în propria noastră galaxie. Calea Lactee, cu cianogenul din galaxii mai îndepărtate şi mai tinere. Dat fiind câ acele galaxii sunt mai tinere, cianogenul este scăldat în microunde mai calde, deci ar trebui sâ fie mai excitat. Şi exact asta se şi observă când ne

uităm la eL

Aşa ceva n-ai cum sâ inventezi.

A fost corect aşa?

Robert Dicke. savantul care i-a ajutat pe Penzias şi Wilson sâ înţeleagă ce anume vedeau cu telescopul lor. nu a câştigat Nobelul. Poate că nu pare corect aşa. dar premiul Nobel se acordă în mod normal pentru o descoperire. Dacă teoreticianul, adică persoana care explică ce anume se observă în cadrul descoperirii. participă la descoperire sau le spune altora ce sâ caute, e posibil uneori să fie premiat împreună cu ceilalţi Dar în acest caz Penzias şi Wilson au descoperit primii radiaţia cosmică de fond, deci lor h s-a decernat premiul

De ce ar trebui să ni se para interesantă chestia asta? Pentru că ne ajută să ne formam o imagine detaliata a modului cum a luat naştere universul. De la Penzias şi Wilson încoace, astrofizicienii au folosit instrumente tot mai sensibile, ca să creeze o hartă amănunţită a radiaţiei cosmice cu microunde de fond. Nu e o hartă uniformă. Are mici porţiuni care sunt uşor mai fierbinţi sau uşor mai reci decât media. Studiind diferenţele de temperatură, aceste denivelări ale hărţii, ne putem da seama cum arăta universul timpuriu şi unde a început materia să se adune la un loc.

Putem vedea unde şi când au început să se formeze primele galaxii.

Radiaţia cosmică cu microunde de fond ne spune că am înţeles cum s-a comportat universul şi cum a intrat în expansiune. Pe de altă parte, această radiaţie arată şi că universul este alcătuit. în cea mai mare parte, din chestii despre care nu avem nici cea mai vagă idee. Aceste două mistere fac obiectul capitolelor 5 şi 6.

Ai mare grijă, cititorule! Povestea noastră va începe curând să se întunece!

In vara de după terminarea clasei a noua, am urcat într-un microbuz alături de alţi câţiva puşti cu mine şi am mers întruna 53 de ore. de la New York până în deşertul Mojave din sudul Californiei. Destinaţia noastră era Câmp Uraniborg, o tabără cu durata de o lună pentru copii şi adolescenţi pasionaţi de ştiinţă, botezată astfel după denumirea observatorului lui I^cho Brahe (care se pronunţă ..Tiuho Brah*), un strălucit astronom danez cu o proteză metalică în loc de nas. Vom face cunoştinţă cu el
ceva mai târziu.

Mai observasem cerul şi înainte. Cum spuneam, în nopţile cu cer senin obişnuiam să urc pe acoperişul blocului din Bronx unde stăteam pe atunci, ca să cercetez stelele şi planetele. Ceea ce nu era treabă uşoară. Deseori eram nevoit s-o recrutez pe surioara mea mai mică să mă ajute să car până sus componentele telescopului. în mai multe rânduri, vecinii au chemat poliţia, crezând că e vreun hoţ care se furişează la noi pe acoperiş.

saturn îni sare în ajutor

Străduindu-mă sâ-i conving pe poliţiştii chemaţi de vecini că eu sunt doar un tânăr astronom, şi nicidecum un infractor, obişnuiam sâ-i poftesc să se uite prin telescopul meu, ofenndu-le o panoramă a cerului nopţii. Saturn s-a bucurat întotdeauna de multă popularitate. Este o planetă negrăit de frumoasă, iar în situaţiile despre care am pomenit m-a ajutat să nu fiu arestat

pe nedrept.

Acum po bun©, cum AI putP.i sA nu te inarAgostP$ti dp Saturn? Uit© ce inele frumoase are! Este o mtnune fârâ seamăn a sistemului solar

Putem vedea stele pe cerul oraşului. Câteva zeci. în medie. Poate o suta.

Deşertul Mojave a dat la iveala un univers mult, mult mai aglomerat. Cerul întreg era plin de stele. Semăna cu primul spectacol stelar văzut de mine la planetariu, doar ci acum era de-adevăratelca. Pe parcursul lunii următoare am înregistrat imagini cu luni, planete, sisteme solare, galaxii şi multe altele. Dar nici aşa nu le-am văzut pe toate. Universul observabil,

adică părţile din cosmos pe care le putem vedea, conţine probabil vreo sută de miliarde de galaxii. Strălucitoare, splendide şi pline cu stele, galaxiile împodobesc cerul nopţii. Pentru că ţi se arată drept în faţă, ar fi uşor să crezi că nu mai e nimic important în afară de ele. Dar universul conţine lucruri greu de detectat pnntre galaxii. Aceste lucruri s-ar putea să fie mai interesante decât galaxiile însele.

Acele porţiuni întunecate dintre galaxii alcătuiesc ceea ce noi numim spaţiul intergalactic („inter* înseamnă „între*). Hai să zicem, pentru moment, că ai putea să te duci acolo cât ai clipi din ochi. Hai sâ nu ţinem seama de faptul că organismul tău ar îngheţa încet-încet, până ai muri de frig, sau că toate celulele din sângele tău ar pocni ca nişte baloane sparte, în timp ce tu te sufoci. Trecem peste faptul că ţi-ai pierde cunoştinţa şi ai începe sâ te umfli ca o gogoaşă, aşa cum păţesc cei care fac reacţie alergică generalizată.

De ce o nunin Calea Lactee

CAnd rtudtern cosmosul. Hvem ItWXftnţB sâ ne con-
Cent f Am ¿itvnţ*3 pe a/Vnxn pentru cA ne

i »■. s* itfi • *-? .iii-» J®g||||
l .1 !•••■ «l • *1 U ’ .,»• l l !•• •
i r.'j'i «xî-t •1-4 – *U' ,>•* «ift*-l i'v
- ¹ * • JM
i i- ’nu.'
" t,;ı .:»• .îl'.'-
|i-' •

Toate acestea sunt pericole obişnuite.

În plus, s-ar putea sâ fii izbit de nişte particule subatomice superbestiale cu mare încărcătura de energie şi care se mişcă fantastic de repede, numite raze cosmice. Nu ştim de unde vin şi nici ce anume le lansează în călătoria lor prin spaţiu. Ştim totuşi că majoritatea sunt protoni şi că se deplasează aproape de viteza luminii O singură particulă de rază cosmică are suficientă energie încât sâ lovească o minge de golf, din orice punct al terenului de joc. şi s-o ducă pană în gaură. NAŞA este atât de îngrijorată de efectele razelor cosmice asupra astronauţilor. încât îşi proiectează navele spaţiale cu nişte scuturi speciale care sâ le blocheze.

Da, spaţiul intergalactic este şi va fi întotdeauna locul unde are loc acţiunea.

Daca oamenii de ştiinţă nu ar avea tclescoape avansate, probabil că am continua să credem că spaţiul dintre galaxii este gol. Stelele strălucitoare şi galaxiile parcă împroşcate cu pete alb-lăptoase domină cerul nopţii şi au îndeajuns de multe secrete cât să-i ţină ocupaţi pe astrofizicieni încă multe secole de acum încolo.

Dar. aşa cum spuneam moi devreme, lumina apare sub multe forme. Toţi suntem bine familiarizaţi cu lumina vizibilă, dar lumina poate să fie şi invizibilă. Razele X pe care doctorii şi tehnicienii radiologi din spitale le folosesc ca să se uite prin pielea ta şi să vadâ dacă nu cumva ţi-ai rupt nişte oase după un accident sunt o formă de lumină. La fel sunt şi microundele rătăcitoare, venite de la mari depărtări din univers, oferindu-ne

indicii despre naşterea cosmosului. Până şi undele radio care ne dau conexiunea wi-fl sunt venşoare mai îndepărtate, cu mai puţină energie, ale luminii vizibile care inundă şi colorează lumea peste tot în jurul nostru.

Detectoarele şi sondele moderne pot să studieze aceste forme invizibile de lumină. Ele ne pot da informaţii despre evenimente şi întâmplări cosmice pe care nu le vedem cu ochiul liber. Folosind aceste detectoare, am cercetat împrejurimile noastre cosmice şi am dat la iveală tot felul de ciudăţenii spaţiale, unele de-a dreptul fantastice.

Dă-mi voie să-ţi prezint câteva dintre preferatele mele.

Galaxiile pitice

Intr-o porţiune dată de spaţiu vor exista câte 10 galaxii mici – cunoscute sub denumirea de galaxii pitice – la fiecare galaxie mare. Propria noastră Cale Lactee are zeci de galaxii pitice învecinate În timp ce o galaxie mare normală poate avea sute de miliarde de stele, galaxiile pitice pot să nu aibă decât un milion. Ceea ce poate părea în continuare enorm. Dar, pentru câ galaxiile pitice au mai puţine stele, ele sunt mult, mult mai întunecoase pe cerul nopţii, ceea ce le face mai greu de găsit.

Tot timpul descoperim altele noi

Cele mai multe galaxii pitice (cunoscute) îşi fac veacul pe lângă galaxii mai mari, orbitând în jurul lor ca nişte nave spaţiale. în cele din urma, piticele sunt sfâşiate şi apoi mâncate de galaxia principală.

Calea Lactee a comis cel puţin un asemenea act de canibalism în ultimul miliard de ani. când a înghiţit o

galaxie pitică. Bucăţele mici rămase din aceasta galaxie pot fi

văzute ca un şirag de stele aflate pe orbită în jurul centrului Căii Lactee. Aceste rămăşiţe cosmice sunt cunoscute sub denumirea de sistemul Săgetătorul Pitic. Dar. dat fiind că au fost mâncate cu atâta lăcomie, ar fi trebuit să le zicem Prânzul.

Stelele fugare

Galaxiile sunt aşezate laolaltă în grupuri, la fel cum oraşele şi satele apropiate unele de altele sunt puse la grămadă în judeţe. Dar oraşele şi satele noastre stau de obicei pe loc.

Acoattâ onormâ stea fugara te deplasează atât do ropodo încât dâ naştere unei unde de ţoc În faţa e* – vizib*iâ în oceastâ imagine sub forma unei dâro roş» curbate

New Yorkul nu o ia la fugă în sus pe malul oceanului, ca sâ dea peste Boston. Galaxiile mari însâ au obiceiul să se ciocnească, iar când se întâmplă aşa ceva, lasă în urma lor o uriaşă harababură. După o asemenea coliziune, sute de milioane de stele, în mod normal ţinute pe loc de forţa gravitaţiei, scapă de sub influenţa ei. Stelele astfel desprinse se împrăştie peste tot în cer. Unele dintre ele se adună iarăşi la un loc. formând nişte grămăjoare pe care le-am putea numi galaxii pitice.

Alte stele rămân plutind în derivă. Observaţiile noastre sugerează că s-ar putea să existe la fel de multe stele fără casă, rătăcitoare prin spaţiu, câte stele există şi în interiorul galaxiilor.

Stelele fugare explozive

Câteva dintre evenimentele cosmice favorite ale astrofizicienilor sunt supernovele, adică stele care au explodat în nenumărate fărâme şi fărâmiţe şi care, cu această ocazie, strălucesc de miliarde de ori mai tare timp de câteva săptămâni. Cu nişte telescoape avansate, putem vedea supernove peste tot în univers. Majoritatea exploziilor au loc în interiorul galaxiilor, dar oamenii de ştiinţă au descoperit peste o duzină de supernove care au explodat la mare depărtare de orice galaxie. În mod normal, pentru fiecare stea care devine supernovă, există o sută de mii până la un milion de stele care nu fac acest lucru. Prin urmare, acele 12 stele care explodează la mama naibii în spaţiu s-ar putea să fie un indiciu al existenţei multor altor stele pe care noi nu putem să le vedem.

Unele dintre acele stele nedescoperite şi care n-au explodat ar putea fi la fel cu Soarele nostru.

Iar în jurul lor poate că orbitează planete, care s-ar putea chiar să fie propice vieţii inteligente.

Gaz la temperaturi de milioane de grade

Materia, chestia din care e făcut tot ce există în univers, există în general sub trei forme sau stări: solidă, lichidă şi gazoasă. Cel mai la îndemână exemplu ar fi apa, care în stare solidă este sub formă de gheaţă. în stare lichidă este transparentă şi poate fi băută, iar când se transformă în vapori, devine un gaz.

Unele telcscoape au dat la iveală un gaz care se întinde prin spaţiile dintre galaxii, sclipind la zeci de milioane de grade. Cu toate câ nu stă adunat laolaltă, acest gaz este totuşi făcut din materie. De asemenea, este şi foarte, foarte fierbinte.

Când galaxiile se mişcă prin acest gaz supraîncălzit, gazul le smulge toată materia pe care o au în exces, la fel cum face grasul clasei în sala de mese, smulgându-ţi biscuitul cu bucăţele de ciocolată când treci cu tava pe lângă masa lui. tnsă gazul supraîncălzit nu doar câ-i strică tot cheful unei galaxii. Prin faptul că îndepărtează toata acea materie în plus» împiedică galaxia sâ mai producă şi alte stele.

Galaxiile albastre neluninoase

în exteriorul marilor grupuri de galaxii mai există şi o populaţie de galaxii care şi-au atins punctul de maxim cu mult timp în urmă. Aşa cum am arătat deja, sâ te uiţi în adâncul cosmosului e ca şi cum te-ai uita mult înapoi în timp. Timpul necesar pentru ca lumina din galaxiile foarte îndepărtate sâ ajungă la noi poate fi de milioane sau chiar miliarde de ani.

Când universul nu avea decât jumătate din vârsta lui actuala, predominau galaxiile de mărime mijlocie, foarte albastre şi foarte puţin luminoase. Putem sâ le vedem şi azi. deşi sunt dificil de detectat, nu numai pentru că se află la foarte mare depărtare, ci şi pentru că nu conţin decât foarte puţine stele strălucitoare. Aceste galaxii albastre neluminoase nu mai există în prezent. Ce s-a întâmplat cu ele rămâne un mister cosmic. Stelele lor au ars până s-au stins de tot[9] S-au transformat în nişte cadavre invizibile

împrăştiate prin univers? S-au transformat în galaxiile pitice pe care le vedem azi? Sau au fost mâncate toate de galaxii mai mari?

Chiar au devenit toate mâncare la prânz? Nu ştim.

Energia vidului

Nici măcar spaţiul gol. fără nimic în el. nu este chiar gol de tot. Despre aceste porţiuni din spaţiu spunem câ sunt zone de vid – zone care nu conţin nichin pic de materie sau de energie. Dar în aceste porţiuni presupus goale apar şi dispar permanent oceane întregi de particule virtuale. Când se ciocnesc unele de altele. în multe cazuri se distrug reciproc, eliberând astfel energie. Coliziunile

acestea miniaturale creează ceea ce oamenii de ştiinţă numesc „energia vidului” – o presiune exterioară care acţionează în sens contrar gravitaţiei şi care s-ar putea să ajute la expansiunea în continuare a universului.

De ce nu ne place vidul

Există în ştiinţă o zicală veche care spune că natura are oroare de vid. adică îl detestă Este un fapt bine ştiut, de asemenea, că şi copiii mici detestă aspiratoarele (care funcţionează prin crearea unui vid parţial). La fel e şi cu câinii. Dar aceste adevăruri se referă la vidul parţial produs de aparatele electrocasnice numite aspiratoare Tu ce părere ai avea despre varianta intergalacticâ a unui aspirator? Bănuiesc că n-ai fi teribil de încân tat de el Aşa cum explicam mai devreme În acest capitol, n-ar fi un loc prea prietenos.

De ce natura are oroare de spaţiile vide şi insistă sâ le umple cu activităţi dintre cele mai stranii, nu ştim Pur şi simplu aşa se întâmplâ

Cu atâtea chestii care există între manie galaxii, unele s-ar putea să ne blocheze posibilitatea de a vedea ce se află dincolo de ele. Ceea ce ar putea fi problemă pentru obiectele cele mai îndepărtate din univers,

cum ar fi quasarn. Quasarii sunt centrele incredibil de strălucitoare ale galaxiilor – în

Quasarul dm această ilustraţie realizată de un grafician aruncă o formidabilă rază de lumini strălucitoare pfln covno*.

termeni ştiinţifici, nuclee superluminoase de galaxii. De regulă, lumina emisă de quasari a călătorit miliarde de am până $â ajungă la tolescoapele noastre.

Lumina omisă de un quasar se schimbă un pic în timp ce trece pnn nori de gaz şi alto tipuri de gunoi spaţial, iar astrofizicienii pot să studieze această lumina ca să afle ce s-a întâmplat de-o lungul acelei călătorii care durează de peste un miliard de am. De exemplu, putem să ne dăm seama dacă lumina unui quasar a trecut pnn mm mulţi nori de gaz. Fiecare

quasar cunoscut, indiferent unde anume pe cer a fost descoperit, arată clemente din zeci do nori do gaz diferiţi, împrăştiaţi prin timp şi spaţiu.

Deci, chiar daca aceşti nori nu sunt vizibili, noi ştim că sunt acolo.

Combinaţia de galaxii flămânde, stele fugare şi nori de gaz supraîncălzit face cu siguranţă ca spaţiul intergalactic să fie un loc interesant, la sâ mai adăugăm particulele acelea super-extra-bestial de energetice şi misterioasa energie a vidului, şi se poate spune, cu argumente, că toată distracţia adevărată din univers are loc mai degrabă intre galaxii decât înăuntrul lor.

Dar eu nu te-aş sfătui să te duci în vacanţă acolo. Excursia ta s-ar putea să fie interesantă Ia început, dar s-ar sfârşi foarte, foarte prost.

Cu ani în urmi, când fetiţa mea abia dacă mergea în picioare, am văzut-o executând un experiment fascinam din scaunul ei înălţător. Sub privirea mea atentă, a lăsat să cadă, cu mare grijă, mai mult de 20 de boabe de mazăre răsfiene din farfuria cu mâncare.

Le-a dat drumul câte una o dată, şi nici măcar un singur bob de mazăre n-a îndrăznit să nu se supună legii universale a gravitaţiei. Absolut toate au căzut direct pe podea.

Gravitaţia este o forţă nemaipomenită, dar neliniştitoare.

Newton şi Einstein au explicat cum anume influenţează gravitaţia materia din cosmos. Boabe de mazăre răsfierte. mere coapte, oameni, planete, stelegigant – ideile celor doi fizicieni se aplică tuturor exemplelor de materie pe care o putem vedea, o putem atinge, o putem simţi şi mirosi, iar câteodată o putem şi gusta. Şi. după Newton şi Einstein. mare parte a materiei din univers pare să lipsească. Şi nu mă refer la „lipsă* în sensul unui ciorap rătăcit, care lipseşte dintr-o pereche.

Observând anumite stele şi galaxii, astrofizicienii pot să măsoare forţa gravitaţiei din porţiuni îndepărtate ale

cosmosului. De regulă, dacă gravitaţia este puternică, vom vedea un obiect sau mai multe în apropiere. Efectul în jurul unei stele gigantice sau al unei găuri negre va fi enorm, de exemplu. Gravitaţia din jurul unei roci spaţiale mititele care rătăceşte prin cosmos? Nu cine ştie ce.

Ani de-a rândul, astrofizicienii au urmărit nişte câmpuri gravitaţionale incredibil de puternice, dar fără nicio masă vizibilă care să creeze o asemenea forţă. Trebuie sâ fie ceva acolo ca sâ genereze toata acea gravitaţie. Dar nu vedem ce. Orice ar fi. nu interacţionează cu materia sau energia „noastră”. Deja s-a făcut aproape un secol de când aşteptam sâ vina cineva şi sâ ne spună de ce gravitaţia pe care am măsurat-o în univers. în majoritatea ei – aproximativ 85% din ea –, este legata de un fel de materie pe care nu o putem detecta.

Practic, n-avem nici cea mai vagă idee.

Aceasta este o enigmă ştiinţifică majorâ şi constatăm că nici astăzi nu suntem ma: aproape de un răspuns decât eram în 1937. când s-a pus prima dată problema acestei .mase lipsă*. La vremea aceea, astrofizicianul elveţiano-amencan Fritz Zwicky studia mişcarea galaxiilor dintr-o zonă uriaşă, denumită roiul de galaxii Coma. Această regiune cosmică se află la foarte mare depărtare de Pământ. O rază de lumină care pleacă din roiul galactic Coma trebuie sâ dea zor prin univers timp de 300 de milioane de ani ca să ajungă ia telescoapele noastre.

De la distanţă, roiul Coma pare sâ fie încântător de aglomerat. în jurul centrului său orbitează o mie de galaxii mişcându-se în toate direcţiile ca albinele care roiesc într-un stup. Gravitaţia ţine roiul laolaltă. împiedicând tot ce se află

Astrofizx:»anui Fntz Zwicky a găsit primele dovez» ale misterioase* matern negre, în acest grup de galaxi. cunoscute sub numele de .roiul Coma"

înăuntru să iasă deacolo. Zwicky a măsurat intensitatea acestui câmp gravitaţional observând câteva zeci de galaxii aflate în interior.

Dar ceva nu se potrivea.

Pur şi simplu era prea multă gravitaţie. Aşa că Zwicky a făcut totalul maselor tuturor galaxiilor din interiorul roiului Cu toate că se numără printre cele mai mari şi mai dense din univers, totalul masei calculate nu era suficient pentru a genera genul de câmp gravitaţional care să ţină la un loc toate aceste galaxii.

Mai era ceva acolo.

Ceva ce ei nu putea să vadă.

După Zwicky. astrofizicienii au descoperit şi alte roiuri de galaxii cu aceeaşi problemă. „Masa lipsă” rămâne cel mai vechi mister nedezlegat din istona astrofizicii.

în ziua de azi, ne-am oprit la un termen specific pentru chestia asta: „materie întunecată”.

Copil fiind, am locuit într-un bloc de apartamente lipit de un altul identic. Prietenul meu cel mai bun. coleg de clasă cu mine la şcoala primară, locuia în blocul învecinat. Datorită lui. am învăţat să joc şah şi poker. Risk şi Monopoly. Dar mai important e că tot el m-a învăţat cum să folosesc de-adevâratelea un binoclu. îndreptându-l spre Lună şi spre stele. După ce am trecut de la binoclu la telescop şi de la acoperişul blocului unde stăteam la imaginile clare văzute din deşert sau din largul mării, m-am îndrăgostit de toate acele privelişti uluitoare răspândite pe cerul nopţii.

Dar astrofizica nu se ocupă doar de ceea ce se vede. Ea se ocupă şi de ceea ce nu vedem.

Fritz Zwicky a găsit dovada că înăuntrul roiurilor sau grupurilor de galaxii există materie pe care el n-o putea vedea. După câţiva ani. în 1976. Vera Rubin, o astrofiziciană de la Institutul Carncgie pentru Ştiinţe din Washington, a descoperit masă lipsă care se ascundea în chiar interiorul galaxiilor. Ea studia galaxiile spirale: mulţimi de stele aşezate în formă de disc turtit, cu un rotocol strălucitor în mijloc şi mai multe braţe pline de stele care se răsucesc spre exterior. Vera Rubin a urmărit cât de repede se deplasează stelele în jurul centrului unei galaxii. La început, a găsit ceea ce se aştepta să găsească: stelele plasate mai departe de centru, dar

Acum înţeleg« de co le numim galaxii spirale, nu-i aşa? Cea din imagine se prea poate să conţină un bilion de stele

ţinute strâns de forţa gravitaţiei, se mişcau cu viteze mai mari decât stelele aflate mai aproape de miezul galaxiei.

Dar Rubin s-a uitat şi la zonele de dincolo de discul luminos. Se mai aflau pe-acolo şi câteva stele strălucitoare şi nişte nori de gaz singuratici. Dat fiind câ nu era decât foarte puţină materie vizibilă între aceste obiecte cosmice şi marginile discului galactic, nimic nu le ţinea strâns în apropierea galaxiei rotitoare. Viteza lor ar fi trebuit sâ scadâ, odată co creştea distanţa dintre galaxie şi acea Nicăicria. Dar. din nu se ştie ce motiv, vitezele lor rămâneau de fapt mari.

Raţionamentul pe deplin corect al Verei Rubin a fost acela că trebuie să existe vreo formă de materie întunecată în aceste zone îndepărtate, care nu iasă să se desprindă obiectele aflate la mare distanţă de centru şi care se ascunde

undeva mult dincolo de marginea vizibilă a fiecărei galaxii spiralate. Datorită studiilor Verei Rubin, astăzi numim aceste zone misterioase Jialouri de materie întunecată**.

Problema haloului există şi sub nasul nostru, chiar aici. în Calea Lactee. Din galaxie în galaxie, din roi în roi. diferenţa dintre masa totală combinată a obiectelor pe care le vedem şi masa efectivă care ar trebui să existe acolo, calculată pe baza intensităţii gravitaţiei, este enormă. Materia întunecată cosmică are de vreo şase ori gravitaţia totală a întregii materii vizibile. Sau. ca să formulez situaţia altfel, există de şase ori mai multă materie întunecată decât materie normală.

StudxKoa unor haloun do materie întunecată. aţa cum oste col din •magme, »-a permis astrofixicionoi Vora Rubin să gătească mai multe dovezi pentru masa lipsă din cosmos

Defectiva materiei întunecate

în copilărie. Vera Rubin privea cetul de la fereastra camerei el. după care şi-a construit primul ei telescop dintr-un tub de carton De mică s-a molipsit cu microbul pasiunii pentru astrofizica. După ce a terminat colegiul, a vrut să se înscrie la Universitatea Pnnceton. ca să-şi ia diploma În astrofizică, dar cei de la universitate i-au spus că nu primesc femei Ceea ce n-a oprit-o pe Vera Rubin S-a dus să-şi ia licenţa de la altă universitate şi a continuat prin a-şi folosi studiul asupra galaxiilor spiralate pentru a dovedi că materia întunecată chiar există. Mulţi oameni sunt de părere că Vera Rubin ar fi trebuit să primească premiul Nobel pentru opera ei La urma urmei, cea mai importantă distincţie din ştiinţă se acordă pentru descoperiri, şi ce altă descoperire poate merita mai multă admiraţie decât cea a materiei întunecate – substanţa aceea misterioasă care ţine galaxiile la un loc şi nu le lasă să se împrăştie[9]

Bun. deci ce este materia întunecata?

Ştim că nu se poate sa fie făcută din materie obişnuită, adică protoni, neutroni şi rostul particulelor cunoscute. De asemenea, am scos din calcul găurile negre şi alte ciudăţenii cosmice. Oare materia întunecată n-ar putea fi nişte simpli asteroizi sau nişte comete? Sau nişte planete care rătăcesc prin spaţiu, fără sâ fie legate de niciun sistem solar? Toate aceste obiecte au masă, dar niciunul nu produce lumină el însuşi. Obiectele de acest fel ar apărea ca întunecate în detectoarele

noastre. Din acest punct de vedere, s-ar potrivi. Dar nu există destul de muhe. deci trebuie să scoatem din calcul şi planetele rătăcitoare.

Mai ştim şi câ materia întunecată nu poate fi făcută din aceleaşi particule ca planetele, oamenii sau hamburgerii. pentru că nu pare să se supună aceloraşi reguli. Forţele care ţin laolaltă particulele din lumea noastră nu se aplică şi materiei întunecate. Singura regulă pe care pare s-o respecte materia întunecată este gravitaţia.

Poate că nu este nimic în neregulă cu materia întunecată şi gravitaţia este cea pe care n-o înţelegem. Poate că Newton nu avea dreptate. Şi nici Einstoin. Poate că tu. cititorule, vei descoperi până la urmă. în timp ce treci pe lingă o livadă de meri. în automobilul tău robotizat care se conduce singur, cum funcţionează de fapt gravitaţia. Până atunci însă, trebuie sâ ne descurcăm cu datele pe care le avem acum. Şi, din câte ne putem da noi seama la ora actuală, materia întunecată nu este doar aşa. nişte materie care se întâmplă sâ fie neagră.

Dimpotrivă, este cu totul altceva.

Nu-ţi face griji! Nu se va întâmpla niciodată sa dai cu capul de o bucată rătăcită de materie întunecată, când te duci la baie peste noapte în vârful picioarelor. Nu te vei împiedica niciodată de ea. strânsă grămăjoara pe holul aglomerat din şcoala ta. deşi eşti invitatul meu s-o foloseşti drept scuză, dacă vreunuia dintre colegii tăi mai nepricepuţi la fizică îi trece prin cap să te ia în balon câ nu vezi pe unde mergi. Materia întunecată trăieşte în galaxii şi roiuri de galaxii Pentru obiectele cele mai mici, cum ar ii lunile şi planetele» nu vedem niciun efect. Gravitaţia de pe Pământ poate fi explicată în totalitate de materia aflată sub picioarele noastre. Aici pe Terra. cel puţin» Newton a

avut dreptate.

Bine» şi atunci din ce e făcută materia întunecată? Ce ştim despre ea? Materia normală stă strânsă ia un loc sub formă de molecule şi de obiecte de toate mărimile, de la minusculele grăunţe de nisip la giganticele roci spaţiale. Materia întunecată, nu. Dacă ar fi aşa. am găsi nenumărate bucăţi de materie întunecată presărate peste tot în univers.

Am avea comete din materie întunecată.

Planete din materie întunecată.

Galaxii din materie întunecată.

Din câte ne putem da seama însă, nu aşa stau lucrurile. Ce ştim este că materia pe care am ajuns s-o îndrăgim în univers – chestia care dă stelele, planetele şi viaţa însăşi – nu este decât o glazură subţire de pe un tort cosmic mult mai mare şi mai întunecat.

Nu ştim ce este. Dar ştim precis că avem nevoie de materie întunecată. Dintotdeauna am avut.

Pe parcursul primei jumătăţi de milion de ani de după Big Bang – abia cât ai clipi o dată din ochi, comparativ cu istoria de 14 miliarde de ani a cosmosului –, materia din univers începuse deja să se adune laolaltă într-un fel de rotocoale nu prea dense. Aceste rotocoale vor deveni la un moment dat roiuri şi superroiuri de galaxii. Dar cosmosul îşi va dubla şi el mărimea în următoarea jumătate de milion de ani şi va continua sâ se dilate. în această perioadă de creştere, două efecte se vor concura unul pe celălalt.

Gravitaţia se străduia să le adune pe toate laolaltă.

Universul în expansiune se străduia să le întindă pe toate cât mai departe.

Gravitaţia provenită de la materia obişnuita nu

putea să câştige această bătălie de una singură. Avea nevoie de forţa suplimentară a gravitaţiei exercitate de materia întunecată. Fârâ ea. am trăi acum într-un univers fără nicio structură.

Fără roiuri de galaxii

Fără galaxii

Fără stele.

Fără planete.

Fără oameni.

în absenţa materiei întunecate, noi n-am mai fi aici deloc.

Aşadar, materia întunecată este prietena şi duşmanca noastră în egală măsură. Nu avem habar din ce este făcută, iar din acest punct de vedere chiar că ne cam enervează. Dar avem nevoie disperată de ea. Oamenii de ştiinţă se simt în general incomodaţi ori de câte ori trebuie să ne bazăm pe idei pe care nu le înţelegem, dar. dacă trebuie, o facem. Iar materia întunecata nu este deloc prima ocazie când noi, savanţil a trebuit să ne bizuim pe ceva misterios.

în secolul al XÎX-lca, de exemplu, cercetătorii au măsurat energia generată de Soare şi au arătat ce efect arc asupra anotimpurilor noastre şi asupra climei Ei ştiau că Soarele ne încălzeşte şi ne asigură o parte din energia necesară vieţii. Dar habar n-aveau despre felul cum acţionează practic Soarele, până în momentul în care o femeie pe nume

De ce străluceşte Soarele

Stelele de felul Soarelui nostru au început prin a fi gigantici nori de gaz. Gravitaţia comprimă aceşti non,

fâcân- du-i să se micşoreze din ce în ce mai tare şi să devină tot mal fierbinţi. Unii nori de gaz se vor opri din procesul de comprimare şi vor rămâne aşa. ca o masa gigantică şi sclipitoare Dar alţii, cum a fost cel din care s-a format Soarele nostru, sunt atât de mari. încât declanşează un proces numit fuziune termonucleară. Moleculele de hidrogen din miezul norului se izbesc unele de altele şi se combină – adică fuzionează – şi atunci degajă energie Energia provenită din toate aceste mici ciocniri se opune gravitaţiei. împiedicând norul să se comprime mai departe, şi furnizează suficientă energie încât sâ lase Soarele să strălucească

Margaret Burbidge şi colegii ei şi-au dat seama care este mecanismul. înainte de Burbidge, Soarele era pentru oamenii de ştiinţă la fel de misterios cum e materia întunecată pentru noi. Unii savanţi chiar au sugerat că. de fapt, este un morman uriaş de cărbune care arde.

Materia întunecată este o idee stranie, dar se întemeiază pe date reaie şi concrete. Noi presupunem că se află acolo, datorită cercetărilor întreprinse de Vera Rubin şi Fritz Zwicky şi pe baza a ceea ce continuăm să observăm şi azi. Materia întunecată este la tel de reală ca planetele îndepărtate pe care astronomii le-au descoperit în ultimii ani. Oamenii de ştiinţă

nu au văzut niciodată cu ochiul liber, nu au atins şi nu au pipăit cu mâna lor aceste exoplanete – planete care se află în exteriorul sistemului nostru solar. Dar ştiinţa nu se ocupă doar cu ce se vede. Se ocupă şi cu măsurarea efectelor care nu se văd cu ochiul liber, de preferat cu un instrument mai puternic şi mai sensibil decât ochii noştri. Ştim că aceste exoplanete sunt reale, pentru că folosim uluitoarele noastre instrumente ca să studiem stelele în jurul cărora orbitează. Cercetând aceste stele, descoperim indicii solide ale existenţei planetelor.

Cei mai rău lucru care se poate întâmpla este să descoperim că materia întunecată nu este nicidecum materie, ci altceva. Nu s-ar putea, cumva, sâ vedem de fapt efectele unor forţe din altă dimensiune?' Nu cumva simţim gravitaţia obişnuita a materiei obişnuite care există într-un univers-fantomă paralel cu al nostru? Dacă da. atunci s-ar putea să nu fie decât unul dintr-o mulţime infinită de universuri, aflată intrun univers multiplu mai marc. S-ar putea să existe un număr infinit de variante ale Pământului nostru. Un număr infinit de variante ale talc

Pare de necrezut. Dar la fel de nebunească a părut şi ideea că Pământul se învârte în jurul Soarelui, când a fost lansată prima dată. Pe vremea aceea, toţi oamenii credeau câ Pământul este centrul universului. Şi despre cer credeau că e doar un fel de boltă foarte înaltă. Acum ştim că nu este aşa. Ştim că Soarele este una dintre cele o sută de miliarde de stele din galaxia Căii Lactee. Şi ştim că galaxia Căii Lactee este doar una dintre cele o sută de miliarde de galaxii din

O»n* ocrao a au ikw fi toţi ciorapi: pa cura k am pierdut? univers.

Planeta noastră natală nu e chiar atât de specială cum credeam odinioară. Ne-am înşelat în privinţa Pământului, deci s-ar putea să ne înşelăm şi în privinţa materiei întunecate.

Unii oameni de ştiinţă bănuiesc că materia întunecată este făcută dintr-un grup de particule fantomatice pe care nu le-am descoperit încă- Ei folosesc nişte instalaţii gigantice numite acceleratoare de particule. în încercarea de a obţine frânturi de materie întunecată aici, pe Pământ. Alţii au proiectat laboratoare care se afla la mare adâncime sub nivelul solului Dacă particulele de materie întunecată se întâmplă s-o ia la plimbare prin spaţiu şi câteva se izbesc de Pământ, aceste laboratoare subterane ar trebui să le poată detecta. Sigur, poate că pare de necrezut, dar cercetătorii au reuşit o ispravă asemănătoare cu o micuţă particulă fantomatică numită neutrino.

în anii 1930. când oamenii de ştiinţă încercau să înţeleagă atomul, câţiva dintre cei mai străluciţi gânditori ai epocii au început să pună în dezbatere ideea unei mici particule care nu avea deloc sau aproape deloc masă proprie. La început nu au avut nicio dovadă directă a existenţei acestei particule Dar anumiţi atomi degajau energie intr-un mod necunoscut şi câţiva savanţi au sugerat că de vină ar putea fi tocmai aceste particule necunoscute, care luau cu ele energia şi o scoteau din atom. Deşi nu aveau nicio dovadă nemijlocită, cercetătorii au prezis existenţa particulelor neutrino, care nu interacţionează aproape deloc cu materia. Apoi, câteva decenii mai târziu, un alt grup de cercetători a descoperit dovada că aceste particule sunt reale. De atunci, particulele
neutrino au fost identificate şi numărate şi în cadrul altor experimente. în fiecare secundă. 1OO de

miliarde de neutrino din Soare trec prin fiecare părticică de mărimea unghiei de la degetul mare, din corpul tău. Şi nu fac nimic.

Ceea ce a fost iniţial doar o intuiţie, un mod de a explica un lucru care nu părea să aibă sens, s-a dovedit în final a fi real. Poate că vom găsi un mod de a detecta materia întunecată, la fel cum am făcut cu neutrino. Sau poate, şi mai uluitor, vom descoperi că particulele de materie întunecata sunt ceva cu totul diferit şi câ ele se folosesc de o forţă sau de mai multe forţe noi şi nedescoperite încă.

Pentru moment, trebuie sâ ne mulţumim să mergem mai departe cu materia întunecată, ca un prieten straniu şi invizibil, apelând la ea ca să explicăm comportamentul ciudat al universului. Chiar şi numai atât, şi tot va da o grămadă de lucru astrofizicienilor curioşi. Dar materia întunecată nu este singurul mare mister nedezlegat din cosmos. Mai avem o enigmă fascinantă de rezolvat.

In copilărie, eram fascinat de un personaj de desene animate pe nume Mighty Mouse. Sigur, ora doar un şoarece, dar întotdeauna venea să salveze situaţia şi avea o voce extraordinară, ca un cântăreţ de operă. Micuţul rozător cânta, nu glumă! tn plus, avea un piept musculos ca de taur, o forţă fizică incredibilă şi putea să şi zboare!

Fiind un tânăr curios de fehil meu. nu m-am putut abţine să nu mă întreb cum de era capabil Mighty Mouse sâ zboare, care era şmecheria? Ci doar n-avea aripi. Nu avea nici propulsoare sau motoare cu reacţie ascunse ia brâu. Dar avea o mantie. Superman. celălalt faimos erou zburător din vremea copilăriei mele, avea şi el o mantie. Nu cumva ăsta era secretul? Puterea de a zbura chiar depindea de hainele pe care ţi le alegeai[0]

Curând, am elaborat o teorie: mantiile le dau oamenilor şi şoarecilor puterea de a zbura.

Deşi nu eram încă om de ştiinţă. începeam sâ gândesc ca un om de ştiinţă. Ştiinţa nu se bazează numai pe teorii. Teoriile trebuie testate. Prin urmare, trebuia să mă gândesc la

un experiment practic cu care sâ-mi testez ideea.
Am găsit o mantie pe măsura mea. mi-am legat-o pe după gât şi am sărit cât de departe am putut.

Am măsurat lungimea acestui salt al meu cu asistenţă din partea mantiei

Apoi mi-am dat jos mantia, am sărit din nou şi am măsurat lungimea celui de-al doilea salt.

Nu era nicio diferenţă-

Cu mantia pe mine, nu săream deloc la distanţă mai mare. Categoric, nici nu zburam. Dar am învăţat o lecţie importantă: în ştiinţă, o teorie trebuie să se potrivească cu dovezile strânse din experimente. În caz contrar, trebuie ajustată sau aruncată la coşul de gunoi al ideilor greşite. Bănuiala mea că mantiile le permit şoarecilor şi oamenilor să zboare nu se potrivea cu experimentul meu în care săream la distanţă, deci a trebuit să-mi abandonez teoria şi să-mi văd mai departe de viaţă, învăţând să zbor la fel ca tot restul omenini. în aparate mari numite avioane.

Uneori însă, chiar şi cele mai nebuneşti teorii supravieţuiesc testelor experimentale. Albert Einstein abia dacă punea piciorul vreodată în laborator. El era un teoretician pur – un savant care dezvolta idei despre felul în care funcţionează natura. El a perfecţionat ceea ce se numeşte „experimentul de gândire", în care încerci să dezlegi misterele folosindu-ţi imaginaţia.

Când avea 16 ani. de pildă. Einstein s-a întrebat cum ar fi dacă ar putea să alerge în paralel cu o rază de lumină. Lucru imposibil, bineînţeles. Am discutat deja despre limita cosmică a vitézét Dar simplul fapt că s-a gândit la această idee ciudată i-a ocupat mintea lui Einstein ani de-a rândul, iar în fina! a dus la una dintre cele mai mari descoperiri revoluţionare din

ştiinţă.

Teoreticienii ca Einstein elaborează modele despre felul cum funcţionează universul Folosind aceste modele, ei pot sâ facă predicţii. Daca modelul este greşit» atunci observatorii – oamenii de ştiinţa care apelează la instrumente avansate ca să studieze natura – vor scoate la iveală o nepotrivire intre predicţie şi dovada practică. „Modelul" de zbor pe care l-am dezvoltat eu în copilărie insista pe ideea că mantiile le permit oamenilor şi şoarecilor sâ plutească pnn aer. Apoi am testat modelul – fără să fie nevoie de instrumente avansate – şi am descoperit o neconcordanţă între teona mea şi dovezi. Am fost dezamăgit, dar oamenii de ştiinţă sunt în general foarte entuziasmaţi când descoperă o astfel de eroare în modelul altui cercetător. Tuturor ne place sâ găsim greşeli în tema pentru casă a altcuiva.

Einstein a elaborat unul dintre cele mai solide şi mai cuprinzătoare modele teoretice care s-au văzut vreodată, şi anume teoria generală a relativităţii'. Acest model detaliază modul în care se mişcă sub efectul gravitaţiei tot ce exista în univers şi modul în care gravitaţia acţionează asupra formei spaţiului însuşi. Teoria generală a relativităţii face predicţii pe care savanţii continuă să le testeze şi astăzi.

Modelul lui Einstein prevede că. atunci când se ciocnesc două găuri negre, ar trebui să elibereze energie sub forma undelor gravitaţionale, care se deplasează prin univers, tn loc sâ se mişte prin apă, ca valurile la malul mării, aceste unde gravitaţionale fac ca spaţiul însuşi sâ se curbeze în sus şi în jos. Şt bineînţeles, cercetătorii au captat unde pornite din aceste străvechi coliziuni extrem

de îndepărtate ale unor găuri negre, când au trecut peste Pământ, dovedind că Einstein avusese dreptate.

Pup iii txu !*GR. Aţa laAtni to$l ta duh.

La fiecare câţiva ani, cercetătorii din laborator inventează experimente şi mai bune cu care să fie testată teoria lui Einstein. ŞL de fiecare dată, aceste teste arată că nu s-a înşelat. Einstein nu a fost doar cel mai deştept băiat din clasă. El a fost unul dintre cei mai deştepţi oameni care au existat vreodată.

Dar chiar şi el putea să facă o greşeală.

Pe vremea lui Einstein. lumea voia cu tot dinadinsul să-i arate că nu are dreptate. Teoriile lui contraziceau ideile lui Newton şi unii membri ai comunităţii ştiinţifice nu prea erau încântaţi de chestia asta. Câţiva s-au reunit într-un grup care a publicat în anul 1931 o carte intitulată .O sută de autori împotriva lui Einstcin" (One *Hundrcd Authors Against* Einstcin). Când a aflat despre apariţia cărţii. Einstein a răspuns că, dacă el este cel care se înşală, atunci ar fi fost suficient un singur autor.

Teoria generală a relativităţii venea cu o viziune radical diferită faţă de tot ce se crezuse până atunci despre gravitaţie Conform relativităţii generale, obiectele masive, cu o masă foarte mare, deformează practic spaţiul din jurul lor, provocând distorsiuni sau adâncituri în ţesătura spaţiului şi timpului.

O masă mică aşa cum este un măr nu are aproape deloc efect asupra spaţiu-timpului. Ceva foarte mare, ca o planetă sau oştea, distorsionează în asemenea măsură spaţiul. încât liniile drepte se îndoaie. Unul

dintre foştii mei profesori, fizicianul teoretician american John Archibald Wheeler, spunea: „Materia ii spune spaţiului cum să se curbeze; spaţiul îi spune materiei cum sa se mişte”

Această nouă variantă a gravitaţiei, aşa cum o definea Einstcin. nu se rezumă la a influenţa pur şi simplu spaţiul. Dat fiind că gravitaţia curbează spaţiul însuşi, până şi lumina trebuie sâ se supună forţei gravitaţiei, urmând trasee deformate în jurul obiectelor masive, şi nu în linie dreaptă. Modelul lui Einstein descria două tipuri de gravitaţie. Unul este cel familiar nouă tuturor: atracţia dintre Pământ şi o minge aruncată în aer sau dintre Soare şi planete. Dar relativitatea generală mai prezicea încă un efect: o misterioasă presiune anngravitaţională.

Astăzi, ştim că universul nostru este în expansiune. Galaxiile noastre se îndepărtează tot mai mult unele de altele. Pe vremea lui Einstein. idcea că universul nostru ar putea sâ facâ şi altceva decât sâ existe şi atât depăşea puterea de închipuire a oricui. Până şi Einstein se gândea câ universul trebuie să fie stabil, fără să se mărească şi fără să se micşoreze. Dar din modelul lui de univers reieşea că acesta ar trebui fie sâ se dilate, fie sâ se contracte. El a bănuit câ nu poate fi decât o concluzie greşită. Ca urmare, a mai adăugat în model un termen pe care l-a numit constanta cosmologică.

Unica sarcină a constantei cosmologice era sâ acţioneze împotriva gravitaţiei din modelul lui Einstein. Dacă gravitaţia încerca sâ atragă întregul univers într-o singură masă gigantică, do partea cealaltă constanta cosmologică îl împingea înapoi.

Doar că apărea o singura problemă.

Nimeni nu observase vreodată o asemenea forţă în natură. Intr-un fel. se poate spune câ Einstein a trişat.

După 13 ani de când Einstein îşi prezentase teoria, astrofizicianul american Edwin P. Hubble a descoperit că universul nu este stabil. Hubble studiase galaxiile foarte îndepărtate şi. conform cercetărilor lui. aceste galaxii nu stăteau pe loc. Ele se îndepărtau de noi! Şi nu doar atât: Hubble adunase dovezi convingătoare ale faptului că o galaxie are viteza cu atât mai mare şi se îndepărtează cu atât mai mult de Calea Lactee cu cât se aflâ la distanţă mai mare.

Cu alte cuvinte, universul se dilată, adică este în expansiune.

Când a aflat despre aceste rezultate ale lui Hubble, Einstein sa simţit stânjenit. Ar fi trebuit să prevadă el însuşi A aruncat cu totul la gunoi constanta cosmologică, spunând că a fost „cea mai mare gafă" din viaţa lui. Dar povestea nu se termină aici Când şi când de-a lungul deceniilor, teoreticienii se apucă să resuscite constanta cosmologică. Ei se întreabă cum ar arăta ideile lor, într-un univers care chiar ar avea în el această misterioasă forţă antigravitaţională.

În 1998. ştiinţa a scos din mormântul ei cea mai mare gafă a vieţii lui Einstein pentru o ultimă dată.

Pe la începutul acelui an, două echipe concurente de astrofizicieni au făcut un anunţ remarcabil. Ambele echipe studiau stelele explozive cunoscute sub denumirea de supernove. Astronomii ştiau cum trebuie să se comporte eie, cât de intensă ar trebui să

fie strălucirea lor şi cât de departe se presupune că ar trebui să fie.

Dar supernovele din grupul studiat arătau altfel.

Erau mai puţin strălucitoare decât se aşteptau cercetătorii.

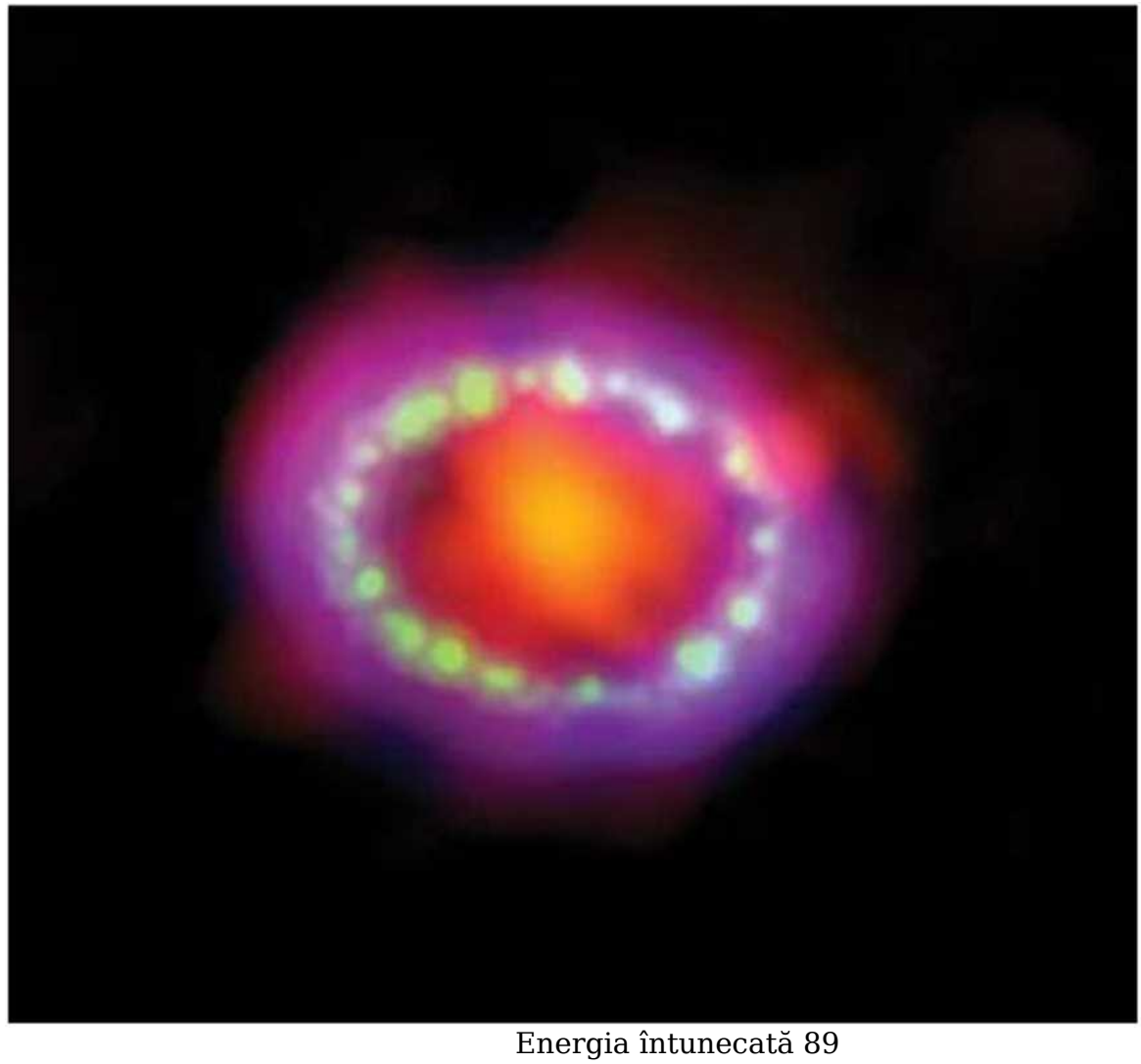
Puteau fi avansate două explicaţii. Fie acele supernove erau diferite de toate celelalte stele explozive pe care le studiaseră astrofizicienii în trecut, fie se aflau la o distanţa mult mai mare decât consideraseră oamenii de ştiinţă. Iar dacă se aflau mai departe de noi decât crezuserăm. atunci modelele noastre în privinţa universului erau greşite.

Cercetările lui Hubble au arătat ci universul este în expansiune, dar aceste supernove sugerau că se dilată mai rapid decât prevăzuserăm noi. Şi nu exista nicio metodă

simplă de a explica raţional această expansiune în plus, fără gafa iui Einstein – constanta cosmologică. După ce astrofizicienii au şters de praf constanta şi au aşezat-o la loc în teoria generală a relativităţii, observaţiile lor experimentale asupra universului s-au potrivit cu predicţiile lui Einstein.

Supernovele acelea se aflau exact în locul unde trebuia să fie.

Această stea În explozie. Supernova 1987A a devenit o adevărată celebritate În cercurile astrofizicienilor. Stelele de acest foi no-au ajutat să înţelegem că universul este în expansiune



oanenii de ştiinţă au spirit competitiv?

Da! Chiar foarte mult. Suntem fix la fel de competitivi ca sportivii sau campionii la sah în general vorbind, în

ştiinţă, nu vrei sâ ţi-o ia altul înainte. Când Charles Darwin a aflat câ alt om de ştiinţă, Alfred Russell Wallace, se ocupa de elaborarea unor idei asemănătoare cu ale lui, s-a grăbit sâ publice ceea ce avea să primească denumirea de teorie darwimstă a evoluţiei Nu voia ca meritul de a fi primul să-l revină lui Wallace Genul acesta de spirit competitiv este valabil pentru orice domeniu al ştiinţei, dar, după părerea mea. universul este suficient de mare ca să încăpem toţi Există loc din belşug pentru cercetare.

Cele două echipe de astrofizicieni care studiau supernovele pomenite mai sus au primit amândouă premiul Nobel pentru munca lor în lumea ştiinţei, ar fi echivalentul unui scor egal

Deci teoria lui Einstein era corectă, până la urmă. Chiar şi când a crezut că se înşală, avea dreptate.

Descoperirea acestor supernove mişcându-se cu mare viteză a fost prima dovadă directă că există o nouă forţă ciudată în tot universul, care acţionează în sens contrar gravitaţiei. Constanta cosmologică era reală şi avea nevoie de o denumire mai bună. Astăzi, o numim „energie întunecată**.

Materie obişnuită, 5% —
Materie întunecată. 27%

Energic întunecată, 68%

Universul ca o câni cu cacao fierbinte: o canA de cacao fierbinte cu frizei ţi scorţişoară deasupra Partea cu cacao ocupa 68% din volum, frişca ocupi 27% ţi scorţişoara 5%

Cele mai exacte măsurători de până acum arată că energia întunecată este chestia cea mai tare din parcare. Universul are în componenţă o combinaţie între materie şi energie. Când adunăm tot ce există ca masă şi energie în univers, energia întunecată reprezintă la ora actuală 68% din total. Materia întunecata. 27%. Materia obişnuită nu reprezintă decât 5% din univers.

Chestiile normale pe care le vedem şi le simţim şi le mirosim nu reprezintă de fapt decât o fărâmiţă din cosmos.

Bun, deci ce este această torţă misterioasă? Nimeni nu ştie. Bănuiala cu care să fi ajuns cineva cel mai aproape ar fi aceea că energia întunecată este creată din vidul spaţial. în Capitolul 4 am vorbit nu doar despre primejdiile care pândesc în spaţiul intergalactic, ci şi despre toată activitatea care are loc în aceste deşerturi cosmice aparent pustii. Aici îşi fac brusc apariţia particule şi antiparticule care se distrug reciproc. în cursul acestui proces, fiecare pereche particulâ- antiparticulă dă naştere la niţică presiune

îndreptată spre exterior. Poate că, daca ar fi sâ adunăm toate aceste ghionturi mititele care se petrec în tot universul, am ajunge sâ avem suficientă forţă cât sâ alimenteze energia întunecată.

Iată o idee rezonabilă. Din păcate, când facem estimarea totală a acestei presiuni din vid sau „presiuni de vacuum-, rezultatul este absurd de mare. Mult mai mare decât estimarea făcută de noi pentru valoarea totală a energiei întunecate, fără a pune la socoteală şi experimentul meu inspirat de Mighty Mouse. ar fi cea mai mare neconcordanţâ dintre teorie şi practică din toată istoria ştiinţei. Deci „presiunea de vacuum” nu poate fi sursa de forţă a energiei întunecate.

Da. aşa e, habar n-avem.

De ce e captivant sâ nu ai habar

Odată ajunşi aici, cred câ ai remarcat deja câ am folosit nu doar o datâ expresia „să nu ai habar" Deseori, lumea II consideră pe oamenii de ştiinţă cam aroganţi şi veşnic siguri de ei Dar nouâ ne place enorm când universul ne lasă perplecşi. Ne dăm în vânt să nu avem habar cum stă treaba Este extraordinar de interesant! E lucrul care ne face să ne trezim în fiecare dimineaţă şi să dăm fuga la serviciu Ca om de ştiinţă, înveţi să primeşti cu braţele deschise neştiinţa – faptul de a nu şti ceva. Dacă ştii toate răspunsurile. nu mai ai de ce să munceşti, deci la fel de bine ai putea să te duci frumuşel acasă.

Dar nu chiar de tot. Energia întunecata reiese în continuare din unul dintre cele mai bune modele ale universului pe care le-am elaborat noi vreodată: teoria generală a relativităţii, gândită de Einstein. Este

constanta cosmologică. Indiferent ce se va dovedi că este energia întunecată, ştim deja cum s-o măsurăm. Ştim cum să-i prevedem efectele asupra trecutului, prezentului şi viitorului cosmosului.

Iar vânătoarea continuă. Acum, când ştim că energia întunecată chiar există, echipele de astrofizicieni se întrec care mai de care să-i descopere secretele. Poate că vor reuşi. Ori poate că avem nevoie de o alternativă la teoria generală a relativităţii. S-ar putea să existe vreo teorie a energiei întunecate care aşteaptă să fie descoperită de o persoană deşteaptă care nu s-a născut încă. Sau poate că acel viitor geniu citeşte această carte chiar acum.

Pe vremea când eram elev de gimnaziu, i-am pus profesorului meu o întrebare care mie mi se părea foarte simplă, despre tabelul penodic al elementelor chimice. Vei găsi un afiş mare cu tabelul periodic în orice laborator obişnuit de chimie. La prima vedere, l-ai putea confunda foarte uşor cu o tablă de joc cam derutantă. Dar nu este un joc. Tabelul penodic ne dă informaţii despre toate cele 118 elemente chimice sau tipuri de atomi care se găsesc în univers, în fine. l-am întrebat pe profesorul meu de unde provin aceste elemente.

Din scoarţa Pământului, mi-a răspuns el.

Aici îi dau dreptate: precis de acolo le luase firma care aproviziona laboratorul de chimie ai şcolii. Dar mie răspunsul acela nu mi-a fost suficient. Voiam să ştiu cum au ajuns elementele chimice în scoarţa Pământului. Da. eram genul ace/a de copil* şi mă gândeam în sinea mea că răspunsul

Tabelul periodic al elementelor

																	He
Li	Be																N
N	Mg											Al	Si			Cl	Ar
	Ca	Sc			Cr	M	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	N	M	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	În	Sn	Sb	Te	I	X
Cs	Ba		Hf	Ta		Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr			Rf	Db	sg	Bh	Hs	M	Ds	Rg	Cn	N	Fl	Mc	Lv	Ts	Og
		La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	
		Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

trebuie să vină din astronomie. Elementele trebuie să-şi fi avut originea în spaţiul cosmic. Dar chiar trebuie să cunoşti istoria universului ca să poţi răspunde la întrebare?

Da, trebuie.

Materia obişnuită este făcută din protoni, neutroni şl electroni. Protonii şi neutronii se bulucesc laolaltă în ceva care se numeşte nucleu. Electronii, în schimb, se rotesc în jurul părţii exterioare a nucleului. Luaţi împreună, formează ceea ce numim un atom. Un element este compus dintr-un atom sau mai mulţi atomi de acelaşi fel. cu acelaşi număr şi tip de particule, cel mai simplu dintre toate fiind hidrogenul. Hidrogenul nu are decât un singur proton şi un singur electron. Un

atom de hidrogen sau mai mulţi atomi de hidrogen la un loc se consideră că sunt un element hidrogen.

Hidrogenul este unul din cele doar trei elemente prezente în stare naturala – cele pe care nu le realizam intr-un laborator sau prin intermediul unui experiment – şi care au fost produse în timpul Big Hangului. Restul s-au făurit în miezul cu temperaturi foarte înalte şi în rămăşiţele explozive ale stelelor devenite supernove. Văzut ca ghid de studiere a acestor elemente, tabelul periodic este o realizare ştiinţifică foarte serioasă şi importantă. Totuşi, când şi când, nici măcar un savant nu se poate abţine să nu l vadă ca pe un fel de grădină zoologică. în care cineva cu mintea jucăuşă a lui dr. Seuss a îngrămădit tot felul de animale incredibil de ciudate. La urma urmei, aceste elemente sunt care rnai de care mai stranii

Uite sodiul, do exemplu, un metal otrăvitor pe care l-ai putea tăia cu un cuţit bont pentru unt. în alta parte a tabelului vei găsi clorul, un gaz ucigător şi urât mirositor. Tabelul periodic îţi spune că aceste două elemente periculoase pot fi combinate într-o singura moleculă. Pare o idee extrem de proastă. Dar când le pui unul lângă celălalt, iţi iese clorura de sodiu, mai bine cunoscută sub denumirea de sare de masă.

Dar ce zici de hidrogen şi oxigen? Primul este un gaz exploziv. Celălalt ajuta materia să ardă. Ia sâ adaugi oxigen peste un foc aprins, şi să vezi ce pălălaie! Şi totuşi, tabelul periodic ne spune că pot fi făcute pereche. Când combini hidrogen cu oxigen, rezultă apă lichidă, care stinge focul.

Tabelul periodic e plin cu tot felul de minuni. Am

putea lua pe rând fiecare element şi să-i trecem în revistă multele proprietăţi stranii şi fantastice. Dar, cum probabil ţi-ai dat deja seama, eu prefer sâ mă concentrez asupra stelelor. Deci dă-mi voie să-ţi ofer un mic tur de vizitare a tabelului periodic, văzut prin ochii unui astrofizician.

cel nai popular element din univers

Elementul cel mai uşor şi mai simplu, hidrogenul, a luat naştere în totalitate în timpul Big Hangului. între cele *$4* de elemente pe care le găsim în natură, hidrogenul predomină. La fiecare trei atomi din corpul omenesc, doi sunt de hidrogen.

La fiecare zece atomi din întregul univers, nouă sunt de hidrogen. în fiecare secundă din fiecare zi. 4.5 miliarde de tone de particule de hidrogen în mişcare rapidă se izbesc unele de altele în interiorul miezului fierbinte şi incandescent al Soarelui. Aceste coliziuni furnizează energia care ajută Soarele să strălucească.

Hidroge

Vicepreşedintele

Probabil ţi-e cunoscut heliul datorită rolului pe care-l joacă la petrecerile de ziua de naştere. În stare gazoasă, heliul pluteşte aproape la fel de bine ca hidrogenul. Dar hidrogenul, aşa cum spuneam mai devreme, este înspăimântător de exploziv. Baloanele umplute cu hidrogen ar fi un ingredient ioane periculos la petrecerea unui copil de grădiniţă. Dacă s-ar întâmpla ca un balon cu hidrogen sâ ajungă peste o Iu mă nir ici aprinsă, n-ar mai rămâne nimeni care să deschidă cadourile. Aşa că umfiăm baloanele cu heliu, după care tragem câteva guri din aerul acela ciudat şi

Heli

spunem câteva cuvinte, chestie care face ca vocea noastră sâ sune ca a lui Mickey Mouse.

Heliul mai este şi al doilea cei mai simplu şi al doilea cel mai răspândit element din univers. La fel ca hidrogenul.

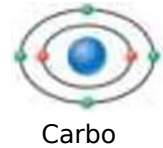
heliul s-a format în timpul Big Bangului. Dar stelele produc şi ele heliu. Heliul nu se găseşte în cantitate la fel de mare ca hidrogenul, dar tot este de patru ori mai mult decât toate celelalte elemente ale universului puse la un loc.

Rămăşiţa ghinionista

Cu cei trei protoni ai sâi. litiul este al treilea cel mai simplu element din univers. La fel ca hidrogenul şi heliul, litiul a fost produs în timpul Big Bangului şi îi şi ajută pe cercetători să testeze această teorie. Conform modelului Big Bangului. în orice zonă a universului ar trebui să existe doar maximum un atom de litiu la fiecare o sută de atomi, tncă n-a găsit nimeni vreo galaxie în care sâ fie depăşită această limită superioara. Această concordanţă între predicţiile noastre şi ceea ce vedem prin telescoape vine să se adauge ca dovadă că universul realmente a luat naştere printr-un mare bang.

Elementele biogene

Elementul carbon poate fi găsit aproape peste tot. Carbonul este produs în interiorul stelelor. învolburat până ajunge la suprafaţă şi apoi scuipat afară în galaxie. Din carbon poţi sâ faci mai multe molecule decât din aproape oricare alt element. Este unul dintre ingredientele principale ale vieţii, aşa cum o cunoaştem noi – de la plante şi insecte microscopice până la elefanţi maiestuoşi şi

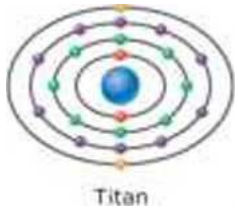


staruri pop umane. Selena Gomez este o formă de viaţa pe bază de carbon.

Dar viaţa care nu e aşa cum o cunoaştem noi? Daca exista şi forme extraterestre de viaţa în cosmos, care sa fie alcătuite din altceva decât carbon şi oxigen? Cum ar fi sâ existe viaţă bazată pe elementul siliciu, din care se face siliconul? Autorilor de SF le place enorm să imagineze poveşti despre forme de viaţă extraterestre, având la bază siliciul. Exobiologii. oamenii de ştiinţă care îşi petrec timpul încercând să afle cum ar putea arăta viaţa pe alte planete, au luat în considerare şi această posibilitate. Până la urmă. însă, ne aşteptăm ca majoritatea formelor de viaţă să fie pe bază de carbon, fiindcă în univers există mult mai mult carbon decât siliciu.

Elementele grele

Aluminiul ocupa o mare porţiune din scoarţa Pământului, stratul gros care înconjoară miezul incandescent al planetei noastre. Strămoşii noştri din vechime nu cunoşteau aluminiul. Personal, mie îmi este foarte drag acest element, pentru că aluminiul lustruit poate fi utilizat la fabricarea unor oglinzi aproape perfecte. Telescoapele au înăuntru oglinzi cu care amplifică şi concentrează lumina, permiţându-le astrofizicienilor sâ obţină imagini mai bune ale obiectelor îndepărtate.


Titan

Aluminiul este stratul protector preferat pentru oglinzile aproape tuturor telescoapelor din ziua de azi.

Un alt element greu, titanul, şi-a primit numele după cel

al Titanilor, zeii cei puternici din Grecia antică. Titanul este

de peste două ori mai dur şi mai rezistent decât

aluminiul şi este folosit la fabricarea aeronavelor

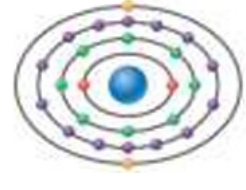
militare, a protezelor de

membre artificiale, cum ar fi cele pentru mâini sau picioare.

şi a mânerelor pentru rachetele de tenis şi lacrosse. Acest element este şi el un bun prieten al astrofizicianuluL tn majoritatea locurilor din cosmos, oxigenul depăşeşte numeric carbonul. Niciunei molecule nu-i place sâ stea singură, aşa că atomii de carbon se lipesc de atomii liberi ai oxigenului. După ce tot carbonul şi-a găsit un atom sau doi de oxigen, tot a mai rămas nişte oxigen care să se lipească de alte elemente. Când oxigenul se fixează de titan, rezultatul va fi oxidul de titan. Astrofizicienii au detectat urme de oxid de titan în anumite stele. Recent, o echipă de cercetători a descoperit o nouă planetă, înconjurată de oxid de titan. Noi chiar acoperim părţi din telescoapele noastre cu o vopsea albă care conţine oxid de titan, pentru că ajută la intensificarea luminii emise de stele şi de alte obiecte cosmice.

Ucigaşul de Stele

Fierul nu este cel mai comun element din univers, dar s-ar putea sâ fie cel mai important În interiorul stelelor masive, micuţele elemente se ciocnesc şi se combină tot timpul. Atomii de hidrogen se izbesc unii de ceilalţi şi formează heliu. Dupâ care heliuL carbonul, oxigenul şi alte elemente fuzionează. Până la urmă, atomii dinăuntru sunt îndeajuns de mari încât să formeze fierul, care are 26 de protoni şi cel puţin tot atâţia neutroni în nucleu. Comparativ cu hidrogenul, care nu are decât unul din fiecare, este



enorm!

Protonii şi neutronii din atomii de fier conţin cea mai puţină energie dintre toate elementele. Şi totuşi, acest lucru se traduce prin ceva extrem de simplu şi de interesant: pentru că sunt neputincioşi ca nişte gloanţe oarbe, ei absorb energie.

!n mod normal, daca spargi un atom în bucăţi va avea loc o eliberare de energie. Acelaşi lucru se întâmplă şi când combini doi atomi ca sâ faci unul singur.

Dar fierul nu e la fel ca restul lumii

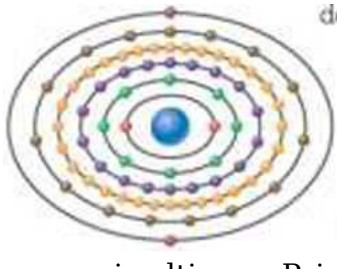
Daca divizezi atomii de fier, ei vor absorbi energie.

Dacă G combini, ei tot vor absorbi energie.

Chestia cu care se ocupă stelele este sâ producă energie. Soarele nostru, de exemplu, este o uzină de energie, umplând tot sistemul solar cu fotoni forţoşl Dar când stelele cu masă mare încep sâ producă fier în miezul lor. înseamnă câ li se apropie sfârşitul. Mai mult fier înseamnă mai puţină energie. Fără o sursă de energie, steaua se prăbuşeşte sub propria-i greutate şi explodează, depăşind în intensitate luminoasă un miliard de sori timp de peste o săptămână. Datorită fierului, elementele produse în miezul stelei călătoresc prin cosmos, furnizând punctul de pornire pentru alte stele şi alte planete.

Distrugătorul de dinozauri

Iridiul se plasează pe locul al treilea în ierarhia celor mai grele elemente din tabelul periodic. Acest element se găseşte rar la suprafaţa Pământului, dar există un strat subţire şi întins de iridiu care ne oferă dovezi despre trecutul planetei noastre. Acum 6$ de milioane de ani. un



asteroid mărimea muntelui Everest a intrat în coliziune cu Pământul, transformandu-se în vapori în urma impactului, iar în final ducând la moartea tuturor vietăţilor care trăiau pe uscat şi depăşeau dimensiunile unei valţjoare. Prin urmare,

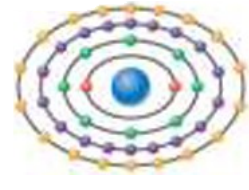
•ndiu oricare ar fi teoriile tale preferate în

privinţa dispariţiei dinozaurilor, un asteroid-gigant uriaş venit din spaţiul cosmic ar trebui să se afle în fruntea listei.

Deşi pe suprafaţa Pământului se găseşte rar, în asteroizii metalici de man dimensiuni iridhil este o prezenţă obişnuită. Când roca aceea gigantică venită din spaţiu s-a spulberat în ciocnirea cu Pământul, iridiul dinăuntrul ei a ţâşnit afară sub forma unui nor imens. Explozia a împrăştiat atomii peste toată planeta. Astăzi, când cercetătorii sapă adânc în scoarţa Pământului şi studiază suprafaţa lui aşa cum era acum 65 de milioane de ani. ei găsesc un strat subţire din acest element răspândit peste tot

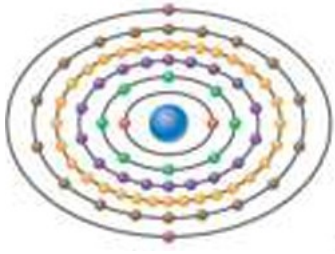
Zeii

Unele dintre elementele tabelului periodic au fost botezate după nume de planete şi asteroizl care la rândul lor fuseseră botezate după numele zeilor din Roma antică. La începutul secolului al XIX4ea. astronomii au descoperit două obiecte aflate pe oibită în jurul Soarelui. între Marte şi Jupiter. Pe primul l-au botezat Ceres. după zeiţa recoltei, iar pe cel de-al doilea. Pallas. după Pallas Atena, zeiţa romană a înţelepciunii. Primul element descoperit după Ceres a fost botezat ceriu, iar primul element descoperit după ce astronomii detectaseră obiectul Pallas a fost botezat paladiu – substanţa pe care Tony Stark o foloseşte ca să pună în mişcare exoscheletul lui Iron Man în filmele cu acelaşi nume†.



† îmi porc rău. dor o puri ficţiune AdevAratul palod.u n-ar putea fumixa conutiţi jpmipe infante de enrrvie Plutorwil (vexi nai depene În text) «r 6 mai taahil. dar cete p puternic radioactiv. doct Iron Man rar ImbolnAvx cumpbt MM ar muri pâoi «â apucr U firivczr hinwn

Mercurul, metalul acela argintiu care este lichid şi curge la temperatura camerei, a fost botezat după numele zeului-mesager al romanilor, care avea aripi la picioare. Toriul are ca inspiraţie numele lui Thor. zeul scandinav plin de muşchi din cap până-n picioare, care aruncă fulgere în stânga şi-n dreapta. Nici nu-i de mirare că Thor şi Iron Man sunt aşa de buni / prieteni. Au în comun o valenţă / elementara. \

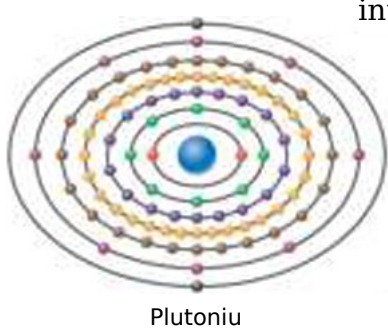


Mercur

Saturn, planeta mea preferata*, nu are niciun element care sâ fie botezat după ea. dar Uranus. Neptun şi Pluto, toate numite după zei din miturile romane, au reprezentante faimoase. Uraniul a fost principalul ingredient al primei bombe atomice folosite vreodată într-un război. La fel cum Neptun vine imediat după Uranus în sistemul solar, şi neptuniu! apare imediat lângă uraniu în tabelul periodic.

Uraniu

Următorul element din tabel plutoniul. nu se găseşte în natură. Dar oamenii de ştiinţă au găsit o metodă prin care să producă o cantitate suficientă cât să intre într-o bombă atomică, pe care armata Statelor Unite a aruncat-o peste oraşul japonez Nagasaki la doar trei zile după ce lăsase să cadă o bombă cu uraniu peste oraşul Hiroshima, punând astfel rapid capăt celui de-al Doilea Război Mondial. Mici cantităţi din anumite tipuri de plutoniu ar putea fi folosite într-o bună zi drept combustibil pentru motoarele navelor spaţiale cu care vom călători dincolo de sistemul solar.



Plutoniu

D<* Upc. Pimârtfid * pîanrts prpfpratA. Apoi vir»

S*nim

Şi uite aşa se încheie călătoria noastră cosmică prin tabelul periodic al elementelor chimice, chiar la marginea sistemului solar şi dincolo de el Din motive pe care încă n-am reuşit să le înţeleg, multor oameni nu le plac chimicalele. Probabil că denumirea li se parc cumva periculoasă. însă în acest caz ar trebui să dăm vina pe chimişti, nu pe chimicale în sine. Personal, eu n-am nicio problemă cu substanţele chimice. Stelele mele preferate, precum şi cei mai buni prieteni ai mei sunt făcuţi din elemente chimice

a.

Planeta Saturn îmi vine imediat în minte de fiecare dată când iau o îmbucătură dintr-un hamburger. Nu e nimic foarte planetar în privinţa mâncării în sine, dar forma chiftelei dinăuntru şi mai ales jumătatea de chiflă de deasupra sunt cosmice. Mă fac să-mi aduc aminte cât de mult îi plac universului chestiile alea perfect rotunde denumite sfere şi cum se schimbă aceste obiecte circulare atunci când se învârt.

Saturn, de exemplu. Această jumbo-planetâ se învârte în jurul propriei axe mult mai repede decât Pământul. Ziua ta e lungă de 24 de ore pentru că oricărui punct dat de pe planeta noastră, de exemplu cel în care stai tu chiar acum. îi trebuie 24 de ore ca să execute o rotaţie completa. Pământul răsuceşte cu viteza de 1 600 de kilometri pe oră tot ce se găseşte pe Ecuator, adică linia de mijloc a planetei. Probabil ţi se pare foarte repede. Un avion de pasageri obişnuit se deplasează cu doar 885 de kilometri pe oră. Insă niciuna dintre aceste viteze nu se compară

cu viteza lui Saturn. A doua planetă de pe lista preferatelor mele încheie o zi. adică o rotaţie completă în jurul propriei axe. în doar 10 ore şi jumătate. Iar planeta Saturn este şi mult, mult mai mare decât Pământul. Deci, ca să-şi încheie rotaţia aceea la timp, ecuatorul lui Saturn se învârte cu viteza de 35 400 de kilometri pe oră.

Dacă planeta noastră s-ar învârti şi ea la fel de repede, ziua ta de şcoală ar dura cam 20 de minute. Dar şi vacanţa de vară ar fi mai scurtă, plus câ noi nici n-am exista, de fapt, de la bun început.

Obiectele care se rotesc repede au tendinţa sa se turtească. Pământul, de exemplu, nu este o sferă perfectă. Planeta noastră se învârte în jurul unei linii imaginare care ţine de la Polul Nord la Polul Sud. Distanţa de la un pol la celălalt de-a lungul acestei linii drepte este mai scurtă decât distanţa dintr-o parte întralta a planetei măsurată pe la Ecuator. Cu alte cuvinte. Pământul este uşor turtit la poli.

Şi când zic „uşor" turtit, vorbesc foarte serios: diferenţa dintre lungimi este de mai puţin de 42 de kilometri.

Uite » pe Saturn, al doilea pe hstă Intre planetele* mole prote*atoî O gură zi pe Saturn durează numai 10 ore jumătate

De ce Moş crăciun ar trebui să-şi petreacă vacanţele în Ecuador

Dacă Pământul s-ar învârti doar de 16 ori mai repede decât acum, atunci forţele centrifuge, aceleaşi care ne împing spre margine când suntem într-un carusel sau care ţin apa înăuntru într-o găleată când o învârtim în cerc, tot ce se află la ecuator şi-ar pierde greutatea Chiar şi acum, la viteza actuală de rotaţie a Pământului, dolofanul Moş Crăciun ar cântări la ecuator cu vreo 400 de grame mai puţin decât ar cântări la Polul Nord, unde forţa centrifugă nu are niciun efect Tuturor ne place să arătăm bine şi să ne simţim confortabil în pielea noastră când suntem în vacanţă, deci dacă te gândeşti să-l cauţi pe Moş Crăciun în extrasezonul sârbătonlor de iarnă, eu

aş începe cu Ecuadorul

Cu cât un obiect se învârte mai repede, cu atât se turteşte mai mult. Ceea ce mă readuce la hamburgeri. Dat fiind că Saturn se învârte cu 35 400 de kilometri pe oră. planeta este cu nu mai puţin de io% mai turtită, de la un pol la celălalt, decât la mijloc. Departe de a fi o sferă perfectă, planeta Saturn seamănă mai degrabă cu un hamburger, cu un mijloc mai lat şi o jumătate de chiflă turtită deasupra.

Universul adoră sferele. !n afară de cristale şi de roci sparte, nu prea mai sunt multe lucruri în cosmos care sa aibă unghiuri ascuţite în mod natural. Deşi multe obiecte au forme ieşite din comun, lista lucrurilor rotunde este practic nesfârşită. începând de la baloanele de săpun şi terminând cu galaxiile.

Fapt divers

Sferele puţin aplatizate se numesc sferolzi turtiţi sau elipsotzi Pământul

Legile fizice care guvernează Universul favorizează sferele în faţa altor forme. Uite tensiunea superficială, de exemplu. Această forţă trage mai aproape unele de altele moleculele aflate la suprafaţa unui obiect. Gândeşte-te la un balonaş de săpun. Balonaşul în sine este compus din săpun şi apă. înăuntrul lui stă prizonieră o pungă de aer. Tensiunea superficială a lichidului din care e făcut balonaşul de săpun strânge aerul din toate părţile. în câteva momente de când s-a format, va închide în capcană volumul de aer. folosind cea mai mică suprafaţă cu putinţă. Acest lucru face să la naştere cel mai puternic balonaş posibil, pentru că stratul de apă cu săpun nu va trebui să fie întins cu nicio miime de milimetru mai subţire decât este absolut necesar. Iar forma care are suprafaţa cea mai mică pentru un volum închis este o sferă perfectă.

De fapt, s-ar putea economisi miliarde de dolari în flecare an cu materialele de împachetat, dacă toate cutiile şi lăzile în care se transportă mărfuri şi toate ambalajele alimentelor din supermarket ar fi sferice. Conţinutul unei cutii super-jumbo de cereale Cheerios ar încăpea cu uşurinţă într-o sferă de carton cu raza de numai 11 centimetri. Dar nimeni n-are chef să fugă după o cutie de cereale care a căzut de pe raft şi se

rostogoleşte până cine ştie unde.

în incinta staţiilor spaţiale orbitale, unde totul este imponderabil din cauza absenţei gravitaţiei, dacă laşi să iasă uşurel dintrun tub sau o seringă mici cantităţi precise de metal topit – sau lichid —. mârgeluşele acelea metalice vor pluti pur şi simplu în aer. După ce s-au răcit, vor începe să se întărească, iar tensiunea superficială va face ca ele să devină sfere absolut perfecte.

în cazul obiectelor cosmice de mari dimensiuni, cum sunt planetele şi stelele, tensiunea superficiala este mai puţin importantă. Energia şi gravitaţia acţionează pentru a le transforma pe acestea în sfere. Gravitaţia nu numai că atrage merele din copaci sau deformează spaţiul. Gravitaţia încearcă şi să comprime materia în toate direcţiile, micşorând-o şi înghesuind-o într-un spaţiu din ce în ce mai mic.

Dar gravitaţia nu învinge întotdeauna – legăturile chimice dintre elementele obiectelor solide sunt puternice. Munţii Himalaya, cei mai înalţi din lume, s-au ridicat în pofida forţei de gravitaţie a Pământului pentru că rocile din scoarţa planetei noastre au acţionat cu mai multă putere.

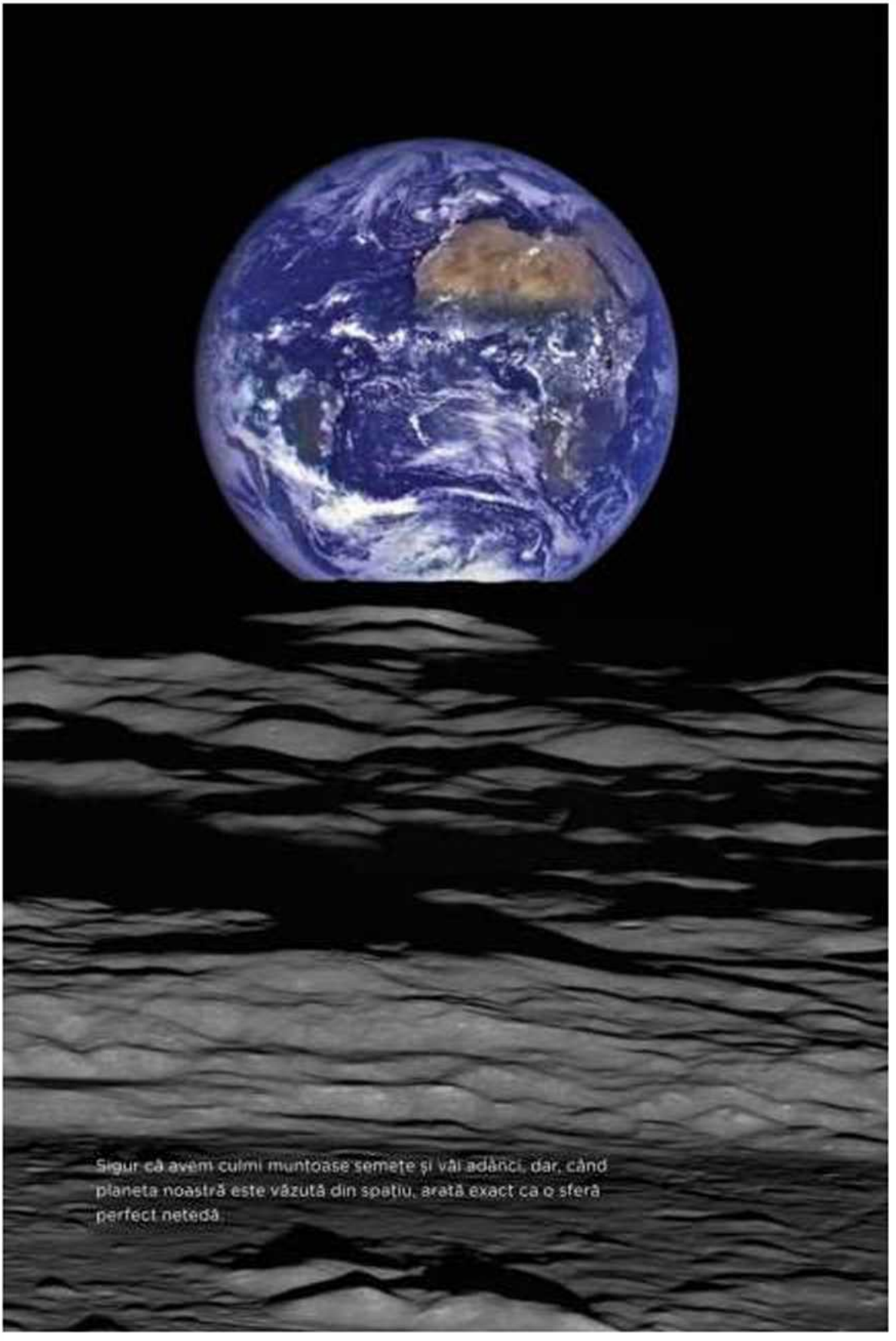
înainte de a te entuziasma de cât de rnaiestuoşi şi extraordinari sunt munţii noştri, trebuie să ştii că. în comparaţie cu alte planete. Pământul are o suprafaţă destul de neteda. în ochii omuleţilor care se caţără pe Himalaya. munţii noştri par gigantici în ochii unui puşti de la oraş, cum eram eu. un deal niţel mai mare poate părea enorm. Ai crede că. văzut de la distanţă, Pământul ar trebui să arate

parca plin de cucuie, din cauza lanţurilor muntoase foarte înalte. Ca obiect cosmic însă, Pământul este remarcabil de neted. Daca tu ai avea un deget ultra-super-extra-gigantic şi ai pipăi cu vârful lui suprafaţa Pământului (cu tot cu oceane), ţi s-ar părea că la atingere e fix la fel de neted ca o bilă de biliard. Globurile pământeşti care au porţiuni ridicate în dreptul lanţurilor muntoase ale Pământului sunt nişte exagerări totale ale realităţii. în ciuda faptului că are munţi şi val precum şi câ este uşor turtit de la un pol la celălalt Pământul arată ca o sferă perfectă când este văzut din spaţiul cosmic.

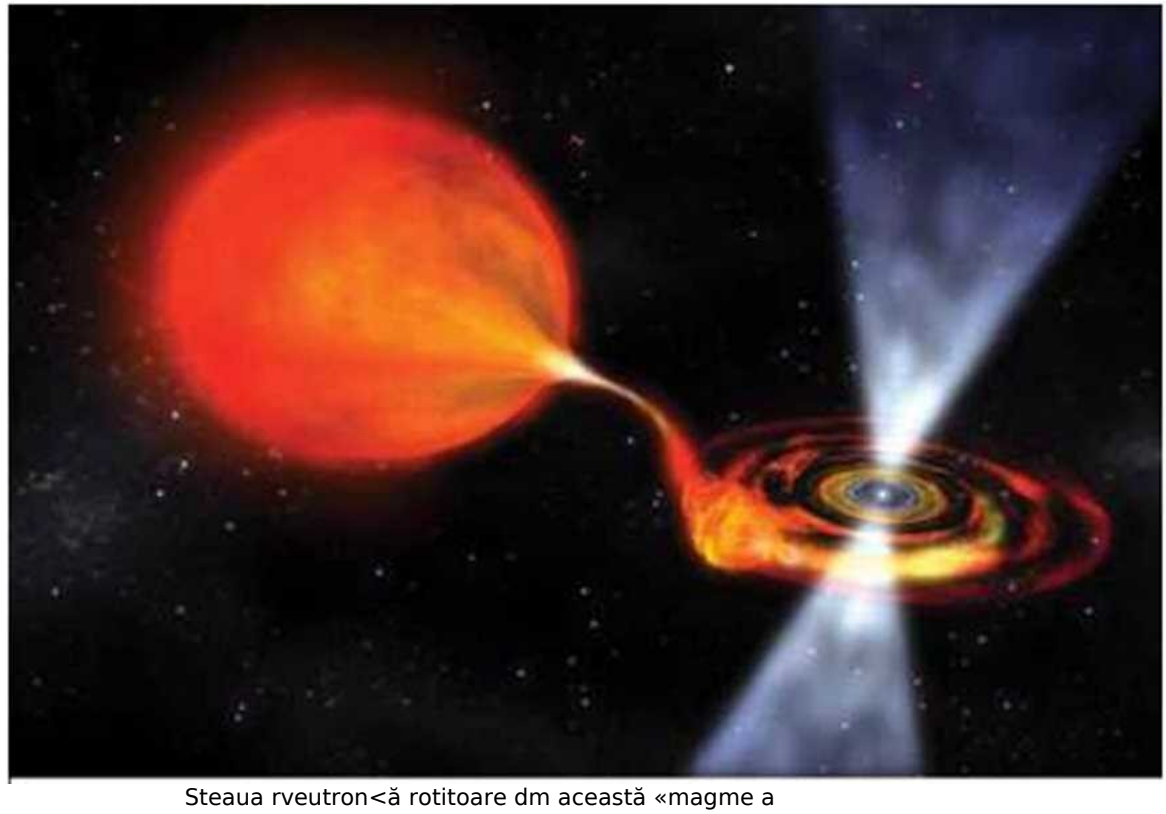
Munţii Pământului sunt mititei şi când îi comparăm cu alţi munţi din sistemul solar. Cel mai mare munte de pe Marté, Olympus Mons (Muntele Olimp), are o înălţime de 19 812 metri şi o lungime la bază de peste 480 de kilometri. Muntele McKinley din Alaska pare un muşuroi de furnici pe lângă el. Everestül nu-i ajunge nici până la jumătate.

Ce zici? Nu-i cinstit? Cum au putut marţienii să fie atât de norocoşi? Reţeta cosmică de făcut munţi e simplă: cu cât gravitaţia de la suprafaţa unui obiect este mai redusa, cu atât mai sus pot sâ ajungă munţii lui. Muntele Everest este cam cât de înalt se poate ridica un munte pe Pământ înainte ca straturile de rocă de la bază să se sfărâme sub greutatea lui. Dacă ar fi mai înalt, gravitaţia l-ar trage în jos.

Marté, în schimb, are o gravitaţie mult mai scăzută decât Pământul. Un puşti de clasa a patra care are 18 kilograme n-ar cântări decât vreo 12 kilograme pe Marté. Pentru câ există mai puţină gravitaţie, munţii pot creşte mai înalţi, şi tocmai de aceea Olympus Mons se ridică atât de sus.



Sigur că avem culmi muntoase semețe și văi adânci, dar, când planeta noastră este văzută din spațiu, arată exact ca o sferă perfect netedă.



Steaua rveutron<ă rotitoare dm această «magme a unu» sistem btoat feaJizatd de un artist grabe, aspira matene din vecina ei muribu<x1d. o giganta f«nie licăritoare

Stelele care împodobesc noaptea un cer senin sunt şi ele rotunde. Sunt baloane uriaşe şi masive de gaze, pe care gravitaţia le a modelat în formă de sfere aproape perfecte. Dar. dacă o stea se apropie prea mult de un alt obiect a cărui gravitaţie este puternică, obiectul cu pricina începe să smulgă fâşii din stea. Aşa se întâmplă de obicei cu stelele binare, perechile de stele legate laolaltă de gravitaţie, mai ales când una dintre ele este o gigantă roşie – o stea enormă muribundă. Cealaltă stea din pereche începe să aspire bucăţi din materialul din care este făcută giganta roşie, deformând-o.

Ei. şi-acum chiar câ o devină ciudat.

Imaginează-ţi cum ar fi sâ îndeşi vreo sută de

milioane de elefanţi într-un tub de balsam de buze ChapStick.

Ca să ajungi la o asemenea densitate, trebuie să te străduieşti din greu.

înăuntrul atomilor, protonii şi neutronii stau îngrămădiţi în centru, pe când electronii orbitează pe afară. între aceşti electroni rotitori şi centrul ticsit al atomilor există un spaţiu gol. Ca să poţi îndesa toţi acei elefanţi într-un tub de balsam de buze, trebuie sâ comprimi întreg spaţiul dintre electroni şi centrul atomilor. Procedând aşa. vei zdrobi aproape toţi electronii (cu sarcină electrica negativă) de protoni (cu sarcină electrică pozitivă), ceea ce va rezulta într-un ghem de neutroni (cu sarcină electrică neutră).

Fă cunoştinţă cu pulsarul. încă unul dintre obiectele mele cosmice preferate. Deşi făcut din nori de gaz. nu elefanţi, este la fel de dens ca în exemplul nostru cu pahidermele în tubul de balsam şi are o gravitaţie absolut dementă la suprafaţă! Pe un pulsar. un munte nu va creşte, probabil, mai înalt decât grosimea acestei pagini. Dar. din cauza gravitaţiei, ca să urci pe acea minusculă ridicătură ai avea nevoie de mai multă energie decât i-ar trebui unui alpinist de pe Pământ ca sâ escaladeze un perete stâncos înalt de 4 800 de kilometri!

Ne aşteptăm ca pulsarii sâ fie sferele care au în cea mai mare măsură o formă perfectă din univers.

Galaxiile sunt organizate în roiuri, iar forma acestor roiuri variază. Unele arată parcă zdrenţuite, altele se întind ca nişte fire lungi şi subţiri. Iar altele parcă sunt nişte cearşafuri întinse. Dar splendidul Coma, roiul de galaxii cu care am

făcut cunoştinţă în capitolul despre materia întunecată, formează o sferă minunată.

Roiul Coma este şi ceea ce noi numim un sistem „relaxat*. Te rog, rezistă tentaţiei de a-ţi imagina un grup de galaxii tolănite pe spate şi ascultând muzică de jazz. Genul de „relaxare" la care mă refer este complet diferit. Înseamnă multe lucruri, inclusiv faptul câ poţi estima masa sistemului prin studierea vitezei şi a sensului de deplasare ale galaxiilor care se mişcă înăuntrul lui. Totuşi, nu trebuie neapărat să vezi

Această Stea noutronxM un pulsar po nume Vela, *io* învârte moi repede docăt olicclo unui elicopter

toate obiectele de masă mare. Prin urmărirea acestor galaxii, oamenii de ştiinţă pot şi să estimeze câtă materie nevăzută sau „întunecată* se ascunde în sistem, modificând felul în care se mişca galaxiile.

Tocmai din aceste motive, sistemele relaxate constituie mijloace excelente de cercetare a materiei întunecate. Dă-mi voie să fac o afirmaţie şi mai categorică: dacă n-ar fi sistemele relaxate, ar fi fost foarte posibil ca noi să nu ne fi dat seama că materie întunecată există peste tot în univers.

Sfera cea mai mare şi cu adevărat perfectă dintre toate este universul observabil, adică »cea parte din cosmos pe care putem s-o vedem cu telescoapele

noastre.

în orice direcţie ne uităm, galaxiile se îndepărtează în viteză de noi. Cu cât o galaxie se află la mai marc distanţă, cu atât mai repede se mişcă. Există o distanţă în toate direcţiile, faţă de noi. la care obiectele se îndepărtează la fel de repede ca viteza luminii La o asemenea distanţă, şi mai departe decât atât, lumina emisă de obiecte cum sunt stelele îşi pierde toată energia până să ajungă la noi Traversând cosmosul în permanentă expansiune, lumina devine foarte subţiată şi estompată. Iar dacă lumina venită de la aceste obiecte nu poate ajunge la noi. atunci ele nu mai sunt observabile. ŞL dat fiind că limitele acestea se întind în toate direcţiile, ele formează o sferă.

Universul de dincolo de această „margine” sferică rămâne invizibil pentru noi şi. din câte ne putem da noi seama, imposibil de cunoscut. Ceea ce n-ar trebui totuşi să te împiedice să te întrebi ce s-ar putea oare să fie acolo. în marele spaţiu de dincolo.

În ziua de 11 noiembrie 1572. astronomul danez Tycho Brahe ieşise să-şi facă plimbarea de seară când a observat pe cer un obiect nou şi spectaculos. Brahe, care îşi pierduse mai demult o parte din nas. retezat în timpul unui duel, nu folosea teiescoape ca sâ studieze stelele. Şi nici ceilalţi astronomi din epoca lui. Totuşi Brahe privea înalturile cerului de suficient de mult timp ca să-şi dea seama câ acel obiect era un nou-venit pe cerul nopţii.

Ceea ce a zărit Brahe în noaptea aceea era o stea în plină explozie – o supernovă.

Majoritatea supernovelor apar în galaxiile îndepărtate, dar când o stea explodează în propria noastră galaxie. Calea Lactee, este suficient de strălucitoare încât s-o vadă oricine, chiar şi fără un telescop. într-adevăr. magnifica lumină vizibilă a acelei explozii din 1572 a fost raportară în lung şi-n lat. Un alt eveniment similar, adică tot o supernovă, a făcu: la fel multă senzaţie în 1604. Din păcate, acestea au fost ultimele

Nasul lui Tycho

Faimosul astronom Tycho Brahe şt-a pierdut nasul intr-un duel, dar nu aşa. unul oarecare. Se pare că lupta a pornit de la o ceartă în legătură cu matematica. De asemenea. Brahe locuia Intr-un castel şi avea drept animal de companie un elan – animalul acela nordic cu coarne. Cât priveşte nasul fals pe care l-a purtat aproape toată viaţa, se zvonea că ar fi fost făcut din argint sau aur, dar oamenii de ştiinţă care au dezgropat rămăşiţele pământeşti ale faimosului savant, în urmă cu câţiva am, au găsit urme de alamă în jurul oaselor nasului. Există şi zvonul – în continuare neconfirmat – că s-ar putea să fi fost asasinat. Eu vă asigur, prieteni, că viaţa unui astrofizician modern nu este nici pe departe atât de dramatică.

două mari spectacole cu supernove în rolul principal găzduite de galaxia noastră.

în ziua de azi ne bizuim pe telcscoape puternice ca sâ studiem stelele explozive din părţile îndepărtate ale universului. Fiecare fărâmă de informaţie pe care un telescop i-o furnizează astrofizicianului vine spre Pământ pe o rază de lumină. Dar supernovele nu emit numai lumină vizibila, de genul convenabil pentru ochiul uman – o parte din lumina pe care o trimit spre noi este invizibilă ochilor noştri.

Telescoapele noastre moderne pot să capteze toate tipurile de lumină şt fără ele, astrofizicienii nu ar avea absolut deloc habar despre unele chestii din univers, atât de tari că-ţi stâ mintea-n locl înainte de anul 1800. cuvântul „lumină" se referea numai la lumina vizibilă ochiului omenesc. Dar pe la începutul

acelui an. astronomul englez William Herschel. deja bine cunoscut pentru că descoperise planeta Uranus în 1781, studia relaţia dintre lumina solară, culoare şi căldură. Herschel a început prin a aşeza o prisma – un instrument făcut din sticla, care separă culorile din alcătuirea luminii – în calea unei raze de soare. Nimic nou până aici. Sir Isaac Newton făcuse acelaşi lucru hăt. în anii 1600. ceea ce a dus la denumirea de către Newton a celor şapte bine cunoscute culori ale curcubeului: roşu, oranj (portocaliu), galben, verde, albastru, indigo şi violet.

Newton folosise prisma ca să separe o rază de lumină în culorile sale componente, dar Herschel a fost îndeajuns de curios ca să se întrebe dacă nu cumva temperatura fiecărei culori va fi diferită de a celorlalte. Aşa că a pus termometre în diverse zone ale curcubeului. Bineînţeles, el a arătat că fiecare culoare avea o altă temperatură. Lumina roşie era mai caldă decât cea violetă, de exemplu.

Dar a mai făcut ceva: a pus un termometru şi în afara culorilor, dincolo de lumina roşie. Bănuiala lui era că termometrul nu va arăta altceva decât temperatura camerei. Dar nu asta s-a întâmplat. Temperatura acelui termometru a crescut chiar mai mult decât cea a termometrului aşezat în zona luminii roşii. Ceea ce însemna că raza de lumină

ROGVAIV

Un truc foarte simplu pentru memorarea ordinii culorilor este să luăm prima literă a denumirii fiecăreia şi să ne gândim că e numele cuiva: domnul Rogvaiv. Sigur, domnul Rogvaiv nu poate fi decât un personaj imaginar. dar eu am aşa. ca o bănuială, că s-ar putea să aibă o mustaţă impozantă şi. eventual, să meargă în baston

ascundea un nou tip de lumină, pe lângă culorile pe care le studia Herschel.

O rază de lumină invizibilă.

Herschel descoperise accidental lumina „infra" roşie, o parte nouănouţă a ceea ce noi numim spectrul electromagnetic – o variantă mai extinsă a curcubeului, care cuprinde atât lumina vizibilă, cât şi lumina invizibilă. Alţi cercetători curioşi au preluat imediat problema de acolo de unde o lăsase Herschel. În 1801, un fizician german a găsit dovada existenţei unei lumini invizibile imediat lângă culoarea violet, ultima din spectrul vizibil. Ce este dincolo de violet? Lumina „ultra" violetă, pe care azi o numim de obicei UV.

Ca să completăm tot spectrul. în ordinea crescătoare a energiei şi frecvenţei, avem undele radio, microundele, infraroşiile, ROGVAIV, ultravioletele, razele X şi razele gama. Deşi multe dintre aceste forme de lumină au fost ceva nou şi neobişnuit pentru oamenii de ştiinţă din alte timpuri,

astăzi noi am învăţat să le folosim şi să le studiem pe toate.

Din nu se ştie ce motiv misterios, astrofizicienii nu s-au prea grăbit să construiască nişte telescoape cu care să poată vedea toate aceste forme de lumină invizibilă ochiului liber. Timp do peste trei secole, oamenii de ştiinţă au văzut telescopul doar ca pe un mod de a-şi întări capacitatea limitată a ochiului omenesc – ca un (el de ochelari cosmici. Cu cât e telescopul mat mare, cu atât poate aduce în câmpul nostru vizual obiecte mai îndepărtate; cu cât oglinzile lui sunt mai perfecţionate, cu atât mai clară va fi imaginea pe care o oferă telescopul. Dar aceste noi forme de lumină aveau nevoie de nişte aparate noi. Detectarea razelor X, de exemplu, nu se poate face decât cu nişte oglinzi supernetede. Dacă vrei să captezi unde radio lungi, detectorul tău nu are nevoie să fie chiar atât de precis, dar trebuie să fie cât îţi permite buzunarul să-l faci de mare.

Supernovele emit tot soiul de raze de lumină vizibila şi invizibilă, dar nicio combinaţie de telescop cu detector nu le poate vedea pe toate în acelaşi timp. Soluţia la această problemă este simplă: adunăm imagini de la mai multe telescoape şi le însăilăm laolaltă. Deşi nu putem „vedea" lumina invizibilă, putem aloca anumite culori diferitelor tipuri de lumină, creând o imagine care să combine rezultatele provenite de la toate telescoapele şi detectoarele folosite.

Exact asta am făcut eu pentru prietenul meu Superman. !n banda desenată, vreau sâ spun. Când ne vizitează, pe mine şi pe colegii mei de la Planetariul Hayden, eu îi explic câ nu ne-am mulţumit să adunam informaţii cu telescoapele noastre» ci. pentru a putea observa ce s-a întâmplat când a murit soarele planetei lui natale, am cerut

tuturor observatoarelor astronomice de pe cuprinsul lumii să-şi îndrepte instrumentele spre planeta lui Superman. Să strângi toate informaţiile culese de atât de multe telescoape şi detectoare şi să le lipeşti sub forma unei singure imagini vizibile este o muncă monumental de dificilă. în povestea din banda desenată, de fapt, a fost o sarcină prea grea pentru computerele planetanului. Aşadar. Superman însuşi – a cărui minte se pare că este şi ea un fel de supercomputer – adună la un Joc toate informaţiile, revelând în final o imagine a soarelui său care explodează în lumină vizibilă, infraroşie şi alte forme de lumină.

Ei. da. ştiu că oamenii se dau în vânt după toată povestea cu gloanţele care nu pot să pătrundă prin pielea lui Superman, cu laserele din ochi, cu zburatul prin aer. Dar să procesezi atât de multe date astrofizice. mai repede decât un supercomputer?*

Asta. da. putere *adevărată!*

Primele telescoape construite pentru a căuta în cosmos lumina invizibilă au fost radiotelcscoapele, care sunt un tip uluitor de observator astronomic. între anii 1929 şi 1930. inginerul american Karl G. Jansky a construit primul asemenea radiotelescop care sâ funcţioneze cu succes. Arăta un pic cam ca un sistem de irigaţii cu sprinklere mobile de la o fermă agricolă fârâ fermieri. Alcătuit dintr-o serie de cadre metalice înalte şi dreptunghiulare, se rotea pe loc ca un carusel, dar pe nişte roţi făcute din piese de schimb de la automobilele Ford T, un model foarte popular cu câţiva ani înainte. Jansky construise toată acea drăcie cu lungimea de 30 de metri ca să capteze o lungime de undă de vreo 15 metri.

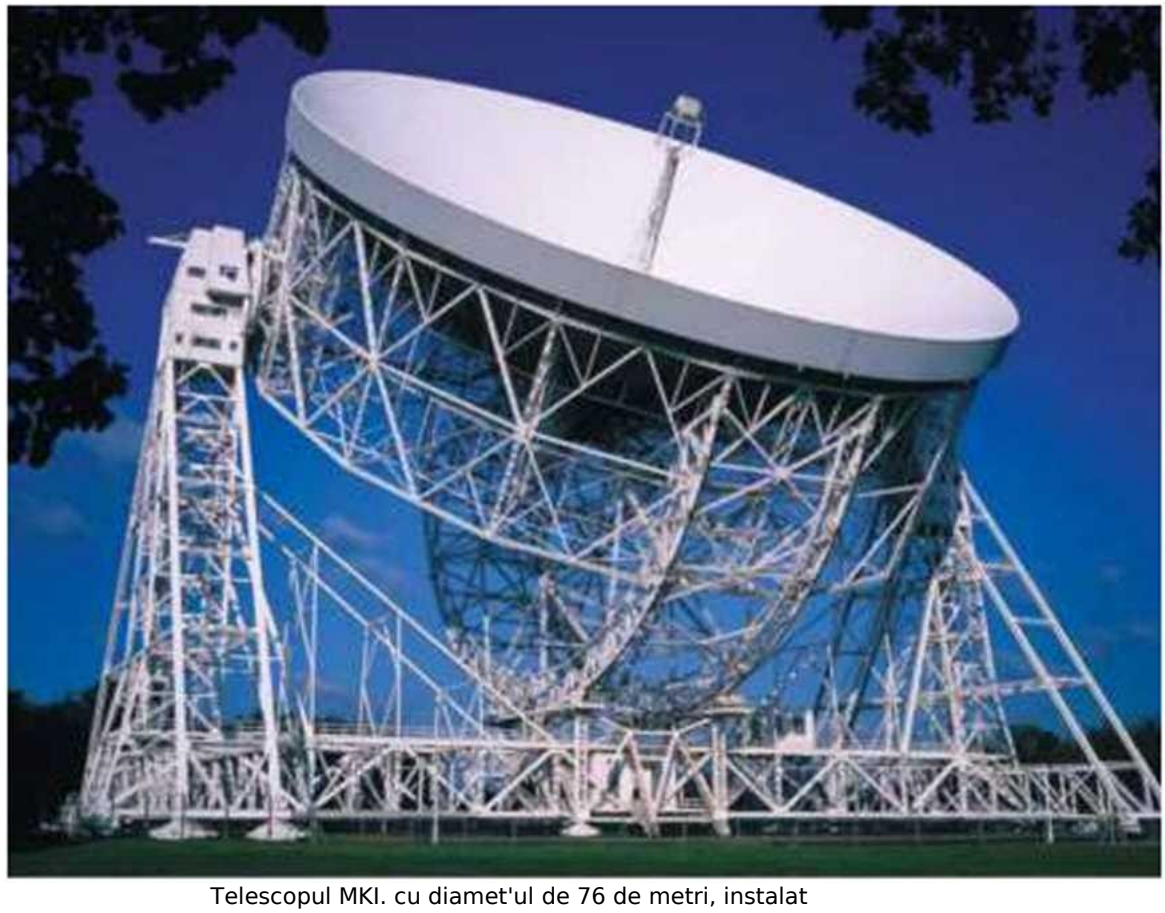
La vremea respectiva, oamenii de ştiinţă credeau

că undele radio nu pot să provină decât de la furtunile locale sau din alto surse de pe Pământ. Dar Jansky. folosmdu-şi ciudăţenia de antenă, a descoperit câ undele radio pot fi detectate ca având drept sursă şi centrul galaxiei Calea Lactee. Odată cu această observaţie s-a născut radioastronomía.

în sfârşit, oamenii de ştiinţă priveau cerul şi în căutarea altor lucruri decât lumina vizibilă.

Radiotelescoapele moderne sunt uneori de-a dreptul colosale. MK 1. care a intrat în funcţiune în 1957. este primul radiotelescop cu adevărat gigantic al planetei – o singură antenă rotundă, orientobilă, din oţel masiv, cu diametrul de 76 de metri, instalată la Observatorul Jodrcll Bank de lângă Manchester, în Anglia. Cel mai mare radiotelescop din lume, finalizat în 2016, este numit „Five-hundred-meter Aperture Spherical radio Telescope” (tadiotelescopul cu deschiderea de 500 de metri) sau. prescurtat. FAST. A costat x8o de milioane de dolari, a fost construit în provincia Guizhou din China şi are o suprafaţă mai mare decât 30 de terenuri de fotbal american la un loc.

Dacă extratereştrii ne vor da vreodată un telefon, chinezii vor fi primii care vor prinde de veste.



Telescopul MKI. cu diamet'ul de 76 de metri, instalat
în Anglia, a început sa caute unde »adio În 1957

în căutare de microunde avem cele 66 de antene de la
ALM A („Atncama Large Millimeter Array").
complexul de observare amplasat intr-o zonă
izolată din Chile. în munţii Anzi din America de
Sud. ALM A le permite astrofizicienilor să
urmărească activităţi cosmice care nu se pot vedea
cu alte telescoape. Putem să ne uităm cum norii
gigantici de gaz se transformă în ..pepinierele*
unde se nasc stelele.

Complexul ALM A este intenţionat amplasat în

cel mai arid peisaj de pe Pământ – la o altitudine de peste 5 000 de metri faţă de nivelul mării şi mult deasupra norilor foarte plini de apă. Vaporii de apă din atmosfera Pământului

mestecă şi înghit semnalele cu microunde pe care ALM *A* şi alte detectoare încearcă să le capteze. Astrofizicienii vor ca aceste semnale să ajungă la telescoapele noastre cu cât mai puţine interferenţe posibil. Deci, dacă vrei observaţii curate asupra obiectelor cosmice, trebuie să reduci la minimum cantitatea de vapori de apă dintre telescopul tău şi univers, exact cum a făcut ALMA.

în general vorbind, o zonă cu un cer uscat şi fără nori, departe de marile oraşe, este locul ideal de unde să observi universul. Era principalul motiv care făcea ca destinaţia mea preferată pentru vacanţa de vară din copilărie, tabăra Câmp Uraniborg, să fie amplasată în deşert.

Am vorbit până aici despre undele radio lungi şi despre microunde. La capătul celălalt ol spectrului, cel al lungimilor de undă ultrascurte, vom găsi razele goma cu înaltă frecvenţă şi mare încărcătură de energie. Descoperite în 1900, ele nu au fost detectate din spaţiu decât după ce a fost amplasat un nou tip de telescop lo bordul satelitului *ExplorcrXI,* lonsat de NAŞA în 1961.

Oricine citeşte prea multe cărţi de benzi desenate ştie că razele gama sunt nocive pentru oameni. Un experiment cu raze gamo care a mers prost se parc că ar fi fost cauza care l-a transformat pe savantul Bruce Bannerîn Hulk. musculosul verde şi turbat de furie din scria de filme .Răzbunătorii” (Avengers). Dar razele gama sunt şi greu de prins. Ele trec fluierând prin lentilele şi oglinzile obişnuite. Aşadar. în loc să încerce să le capteze direct, măruntaiele telescopului de pe *Explorvr XI* au cuprins un dispozitiv care să înregistreze dovada trecerii în goană a razelor gama prin telescop.

Supereroulcare-ni place cel nai puţin

Nu. razele gama nu te vor transforma într-un monstru verde şi gigantic. Dar nu asta mâ deranjează pe mine la Hulk, ştiinţific vorbind. Când Bruce Banner. un bărbat de statură mijlocie, se transformă în Hulk. se face înalt de *2* metri şi 70 de centimetri şi ajunge să cântărească sute de kilograme. Dacă nu mai mult. Banner îşi măreşte masa – ceea ce este o încălcare a legilor fizicii Nu poţi câştiga masă aşa, din senin Presupun că ar putea să ia energie pe care s-o transforme în toată această nouă materie cu care-şi măreşte corpul, dar dacă ar fi pe-aşa. probabil că ar lăsa fără curent tot oraşul din jur

Doi ani mat târziu. Statele Unite au lansat o noua sene de sateliţi, botezaţi *Vela,* caro să caute Fascicule de raze gama.

Statele Unite se temeau că Uniunea Sovietică testează noi arme nucleare foarte periculoase. Nişte teste de acest fel eliberează raze gama, aşa că Statele Unite au trimis sateliţii sâ caute dovezile corespunzătoare. Sateliţii *Vela* chiar au găsit emisii bruşte de raze gama, aproape zilnic. Dar nu Rusia era de vină. Semnalele cu raze gama veneau de la exploziile care se produceau peste tot în univers.

În ziua de azi. telescoapele cautâ sâ găsească lumină în fiecare parte invizibilă a spectrului luminos. Putem acum sâ observăm unde radio de joasă frecvenţă cu lungimea de 12 metri de la un punct de maxim al undei la următorul. Putem studia raze gama cu înaltă frecvenţă care nu sunt mai lungi decât o cvadrilionime de metru – o distanţă inimaginabil de

mică între vârful unei ondulaţii şi următorul.

Pentru astrofizician, aceste telescoape sunt instrumente cu care cautâ răspunsuri la tot felul de întrebări. Eşti curios cât de mult gaz stă la pândă printre stelele din galaxii? Radiotelescoapele pot sa-ţi spună. Te interesează radiaţia cosmică de fond şi Big Bangul? Telescoapele pentru microunde sunt esenţiale. Vrei sâ arunci o privire mai adânc înăuntrul norilor de gaz galactici, ca sâ studiezi cum iau naştere stelele? Telescoapele pentru infraroşu te vor ajuta. Dar examinarea găurilor negre? Cele mai bune sunt telescoapele pentru ultraviolete şi raze X. Vrei să priveşti explozia ultraenergeticâ a unei stele-gigant? Poţi sâ prinzi toată acţiunea plină de dramatism printr-un telescop cu raze gama.

Pe vremea lui Tycho Brahe mai erau încă atât de multe lucruri de descoperit! Dar eu prefer să fiu un observator al cerului de azi. şi asta nu numai pentru că este o epocă niţel mai civilizată şi pentru câ nimeni n-a încercat să-mi reteze nasul. Este o epocă fantastică pentru a fi astrofizician. deoarece ştim deja că unele dintre cele mai interesante lucruri care se petrec în univers sunt invizibile.

Şi putem să le vedem pe toate.*

Cu «cuuipţi« niatnui ImimACMt*. ÎXM vatn ajun?« Aeola

a©.

n extraterestru care s-ar uita la sistemul nostru solar ar putea trage concluzia că acesta pare cam pustiu. Soarele, toate planetele şi lunile lor ocupa o frântură minusculă din sistemul solar.

Dar sistemul nostru solar nu e gol. Nici pe departe! Spaţiul

dintre planete conţine tot soiul de roci colţuroase, bolovani şi pietricele, mingi de gheată, praf, fascicule de particule cu sarcină electrică şi sonde spaţiale trimise la mari depărtări.

Sistemul nostru solar este atât de ne-gol. încât Pământul, înaintând grăbit pe propria orbită, trebuie să-şi facă drum anevoie printre sute de tone de meteoriţi pe zi – majoritatea nu mai mari decât un grăunte de nisip. Aproape toţi iau foc şi ard în stratul superior al atmosferei Pământului, care înconjoară planeta noastră. Aceşti meteoriţi se izbesc de atmosferă cu atât de multă energie. încât se vaporizează la contact. Ceea ce este un lucru bun. Fără acest înveliş protector de aer. strămoşii noştri riscau să fie distruşi de

bolovanii veniţi din spaţiu înainte măcar ca noi să putem evolua în pasionaţii postărilor de poze personale pe Instagram care suntem astăzi.

Meteoriţii ceva mai mari, cât mingiuţele de goli, se sfărâmă deseori în numeroase bucăţi mai mici. înainte sa se evapore. Meteoriţii şi mai mari sunt arşi zdravăn la suprafaţă când trec razant prin atmosferă, dar altfel reuşesc sâ ajungă pe pământ intacţi. Devreme în istoria planetei noastre, cădea pe sol atât de mult gunoi spaţial. încât energia rezultată din

Voyager 1
Vogager 2

Lansate în 1977. aceste sonde spaţiale gonesc prin spaţiu de atunci încoace, în 2012. *Voyager2* a devenit prima sondă spaţială făcută de mâna omului care a părăsit sistemul solar. *Voyager 1.* prezentat în această fotografie, nu se lasă mai prejos. Poţi să le urmăreşti înaintarea aici: https://voyagerjpl.nasa.gov/mission/status/.

impact a dus la topirea scoarţei terestre, adică stratul exterior al Pământului.

O ditamai bucata de gunoi spaţial a dus la formarea Lunii noastre. Dovezile indică faptul că un obiect de mărimea planetei Marte s-a izbit pieziş de tânăra noastră planetă. Coliziunea oblică a împrăştiat praf şi frânturi de roca, trimiţându-le

pe orbită în jurul Pământului. Treptat, toate aceste rămăşiţe s-au hpit laolaltă» formând frumoasa noastră Luna cu densitate mică.

Pământul nu a fost singurul obiect bombardat de roci venite din spaţiu. Numeroasele cratere vizibile pe suprafaţa Lunii şi a lui Mercur sunt dovada unor coliziuni din trecut. Spaţiul cosmic e plin cu roci de toate mărimile, care au fost aruncate de pe Marte. Lună şi Pământ, când suprafeţele acestora au fost lovite de obiecte venite cu mare viteză. Cam 10O0 de tone de pietroaie marpene potopesc Pământul în fiecare an. Probabil că aceeaşi cantitate vine pe Pământ dinspre Lună. Deci poate că nici n-ar fi fost nevoie să

Bani buni din roci spaţiale

Majoritatea meteoriţilor se prăbuşesc în oceane, pentru că apa acoperă 72% din suprafaţa planetei noastre Dar colecţionarea meteoriţilor este un obicei care stârneşte pasiuni, tar uneori devine costisitor Un vânător de meteoriţi t-a numit odată pe aceştia „bani căzuţi din cer" – roca spaţială potrivită poate cu siguranţă să-ţi aducă nişte bam bum în 2012. cineva a vândut un bolovan de pe Lună cu suma de 330 000 de dolari trimitem astronauţi pe Lună, ca să aducă înapoi roci selenare. Vin şi singure destule.

Majoritatea asteroizilor din sistemul solar îşi fac veacul în marea centură de asteroizi – o zonă aproximativ plata dintre orbita lui Marte şi cea a lui Jupiter. Semănând mai degrabă cu o gogoaşă-ineluş turtită, această zonă este deseori reprezentată grafic ca o regiune plină cu roci care se înghesuie unele în

altele şi au un traseu şerpuit. Oricare dintre aceste grupuri de asteroizi. în total probabil vreo câteva mii. ar putea într-o zi să se izbească de Pământ. Majoritatea se vor lovi de planeta noastră în următoarea sută de milioane de ani. Cei care depăşesc un kilometru în diametru vor produce o coliziune care degajă suficientă energie încât să pună în pericol de extincţie majoritatea speciilor terestre.

Ceea ce ar fi foarte rău.

Cometele prezintă şi ele un risc la adresa vieţii de pe Pământ. Cea mai cunoscută dintre ele. cometa Halley. poate fi văzută străbătând cerul nopţii o dată la aproximativ 75 de ani. Această bucată enormă de gheaţă şi stâncă este mai bătrână decât Pământul însuşi, iar ultima dată a apărut în 1986. Dacă ar fi să se lovească de planeta noastră, ar face-o cu forţa a IO milioane de erupţii vulcanice.

Ceea ce de asemenea ar fi foarte rău.

Dar cometa Halley nu se va întoarce înainte de anul 2061. iar atunci nu va trece suficient de aproape de noi încât să pună capăt civilizaţiei. Dacă tu mai eşti pe aici, şi nu prea ocupat să te pregăteşti pentru vacanţa rezervată într-un hotel de pe Lună sau să-ţi repari robotul care se ocupă de toate în gospodăria ta. îţi sugerez să găseşti din timp un telescop decent.

Mult dincolo de Centura Kuiper, întinzându-se până la jumătatea drumului spre cele mai apropiate stele, se află un grup de comete care poartă numele de Norul Oort. Această zonă este responsabilă pentru cometele cu perioadă lungă – acele comete a căror orbită este atât de mare, încât au nevoie de mai mult decât o viaţă de om ca să facă o rotaţie completă. Cele mai strălucitoare două comete din anii 1990. Hale-Bopp şi Hyakutake. proveneau din Norul Oort. Ele nu se vor mai întoarce prea curând, deci ţi-ai ratat ocazia să le vezi. Dar eu iţi pot da cuvântul meu că erau

uluitoare! Hyakutake strălucea atât de puternic. încât o puteai vedea (fără telescop) din mijlocul lui Times Square din New York City.

Ultima dată când am ţinut socoteala, erau 56 de luni printre planetele sistemului solar. După care m-am trezit intr-o dimineaţă şi am aflat că mai fuseseră descoperite încă 12 în jurul lui Saturn. Moment în care am hotărât să nu le moi ţin socoteala. Singurul lucru de care îmi pasă acum e dacă vreuna dintre ele ar fi un loc distractiv de vizitat sau de studiat. Şi îmi pot veni în minte cel puţin câteva candidate. Din unele puncte de vedere, lunile sistemului solar sunt mult mai fascinante decât planetele în jurul cărora gravitează.

Pe Titan, cea mai mare lună a planetei de pe locul al doilea în lista preferatelor mele, există pârâiaşe care se varsă în râuri, iar acestea se varsă în nişte lacuri gigantice. Lichidul din aceste lacuri nu este apă. ci metan, şi noi, pământenii, am trimis o sondă spaţială care să studieze această lună. La o privire mai atentă şi de mai aproape, fără îndoială că se vor revela şi mai multe detalii fascinante.

Lunile mele preferate s-ar putea să fie cele care gravitează în jurul planetei Jupiter. Acest sistem este plin de chestii excentrice. Io. luna lui Jupiter cea mai apropiată de planetă, este locul cel mai activ din punct de vedere vulcanic din tot sistemul solar şi mult prea fierbinte ca sâ poatâ fi vizitat. Alta lună a lui Jupiter, Europa, este acoperită cu gheaţa, deci nici acolo n-ar fi locul ideal de petrecut o vacanţă. Dar, dacă e vorba de căutarea unor forme de viaţă extraterestră, este unul dintre cele mai interesante locuri din tot sistemul solar, într-un clasament din

toate timpurile al celor mai bune locuri de căutat forme de viaţă, aici ar fi al doilea loc.

La prima vedere, astrofizicienii s-ar putea să nu aleagă Europa ca mediu propice vieţii De regulă, noi ne uităm după planete şi luni aflate 5ntr-o zonă Goldilocks – despre care am vorbit în Capitolul 1. Tânăra noastră blondă şi bâgăreaţâ din poveste nu voia să-i fie terciul nici prea cald şi nici prea rece, iar astrofizicienii au fix aceeaşi preferinţă în privinţa planetelor apte aă susţină viaţa. Noi ne uităm după zone care să nu fie prea aproape de steaua imediat învecinată, fiindcă altfel s-ar evapora toată apa de la suprafaţa lor. şi noi ştim că apa lichidă este esenţială pentru viaţă. Dar ia să ne aventurăm prea departe de steaua-gazdă – Soarele. în cazul Europei —. şi apa va îngheţa. Locul ar fi prea rece. Ce încercăm noi să găsim sunt planete din categoria celor nici pxea calde, nici prea reci.

Europa se află dincolo de Zona Goldilocks şi suprafaţa ei îngheţată nu arată ca un loc propice pentru viaţă. Dar se vede treaba că Europa nu are nevoie de Soare. Pe măsură ce se roteşte în Jurul lui Jupiter, această lună îşi schimbă forma, fiindcă atracţia gravitaţională a planetei o apasă şi îi dă drumul periodic, de-a lungul unui ciclu de

Misiunea spre Europa

Toţi vrem să mergem pe Europa Punct. Potenţialele descoperiri ştiinţifice sunt fenomenale! Dar am avea nevoie mai întâi să rezolvăm nişte probleme tehnice extraordinare. În primul rând, ar trebui să trimitem o navă spaţială acolo Apoi, nava aceasta sau o navetă mai mică pe care am băgat-o înăuntrul celei mai mari ar trebui să coboare de pe orbită pe suprafaţa înghe-ţată a Europei Pe urmă ar trebui să facem pe pescarii la copcă. Pătura de gheaţă care acoperă oceanul este probabil groasă de peste 1.6 kilometri şi ar trebui să

facem un tunel sau măcar un puţ mare, ca să ajungem la apa de dedesubt în continuarea misiunii, ar fi nevoie de încă o navă mai mică sau de un submarin, care să poată înota prin toată apa aceea, să culeagă Informaţii ş« să le trimită înapoi la noi. oamenii de ştiinţă nerăbdători care aşteaptă pe Pământ O provocare majoră, intr-adevăr Dar încearcă să-ţi închipui ce-am putea găsi!

revoluţie. Acest proces de comprimare şi destindere practic pompează energie în luna Europa. încălzind apa de sub suprafaţa de gheaţa a oceanului. Nu exista niciun motiv să credem că această apă caldă nu există acolo de miliarde de ani. Dacă vrem sâ găsim viaţă şi altundeva decât pe planeta noastră. Europa ar trebui să fie următoarea noastră destinaţie.

Pnn tradiţie, planetele sunt botezate după zei romani, iar lunile planetelor, după personalităţi din mitologia Grecie» antice. Zoii clasicismului au avut nişte vieţi sociale foarte complicate, deci nu ducem lipsă de personaje. Singura excepţie de la această regulă se aplică lunilor lui Uranus, care sunt botezate după un asortiment de personaje din piese de teatru şi poeme britanice. în loc de Europa şi Io. îi vei găsi pe Puck şi pe Ariei, ambii fiind spiriduşi din piesele lui Shakespeare. (Şi nu bucăţica aia de plastic dur negru în care dai cu crosa de hochei şi nici vreo mică sirenă!)

în 1781. William Herschel, savantul care a descoperit lumina invizibilă, a devenit şi primul om care să descopere o planetă în afară de cele pe care le putem vedea cu ochii noştri. Se pregătea s-o boteze după regele britanic, sub oblăduirea căruia slujea cu

credinţă. Dacă ar fi reuşit, lista planetelor ar fi arătat aşa: Mercur, Venus, Pământul. Marte, Jupiter, Saturn şi George. Din fericire, câţiva ani mai târziu a fost adoptat numele clasic al lui Uranus, zeul cerurilor.

Deşi planetele şi lunile din sistemul nostru solar au fost deja botezate, au mai rămas destui asteroizi cărora să li se dea un nume. Cei care îi descoperă primesc dreptul de a le spune cum le place, iar eu sunt acum responsabil pentru câteva dintre gunoaiele spaţiale ale sistemului solar. în noiembrie 2000. asteroidul 1994 KA din Marea Centură, descoperit de David Levy şi Carolyn Shoemaker, a fost botezat. în cinstea
mea. 13123 Tyson. Cu toate câ am apreciat gestul, nu prea sunt motive să mi-o iau în cap pe chestia asta: sumedenie de asteroizi au nume dintre cele mai banale, cum ar fi Jody, Harnet şi Thomas. Ba există şi asteroizi pe care ii cheamă Merlin. James Bond şi Moşul. Ajunsă deja la sute de mii. numărătoarea asteroizilor s-ar putea sâ ne pună curând la încercare capacitatea de a le găsi un nume. Indiferent dacă va veni sau nu ziua aceea, eu sunt mulţumit câ pietroiul meu cosmic nu este singurul care împestriţează cu resturi nefolositoare spaţiul dintre planete.

De asemenea, mă bucur câ. pentru moment, asteroidul meu nu se îndreaptă spre Pământ

aa.

©Min) âG’âfîâ ^irDâGDÎ?MÎ] ÎK) @@M Mfiwn

Ca să înţelegem cum ar apărea Pământul în ochii unui grup de extraterestri inteligenţi de la mari depărtări, hai să aruncam o privire la planeta noastră de la nivelul solului în sus şi apoi în exterior.

Indiferent dacă preferi să alergi, să înoţi, sa mergi pe jos sau cu bicicleta dintr-un loc într-altul pe Pământ, te poţi bucura de posibilitatea de-a vedea de foarte aproape nelimitatul stoc de lucruri care merită observate pe care îl posedă planeta noastră. Poţi vedea un păianjen care prinde un fluture de noapte în capcana pânzei pe care a ţesut-o răbdător; o picătură de apă cum se scurge de pe o frunză: un crab-eremit făcând cărare prin nisip-, un coş obraznic pe nasul

unui adolescent.

La nivelul solului, Pământul este de-o mare bogăţie a detaliului. Tot ce trebuie sâ faci e sa te uiţi.

Acum hai să mergem în sus şi să ne îndepărtam. Dacă ne uităm prin hubloul unui avion care decolează, detaliile de la suprafaţă dispar cu repeziciune. Gata cu aperitivele pentru păianjeni. Gata cu crabii speriaţi. Gata cu coşurile. Ajunşi la altitudinea de croazieră, cam la 11 OOO de metri deasupra pământului, nici propriul oraş nu ţi-l mai recunoşti cu uşurinţă.

Se poate vedea din spaţiul cosmic Marele Zid Chinezesc? Nu' Deşi Marele Zid Chinezesc are mu kilometri lungime, pe lăţime nu măsoară decăt vreo 6 metri – mult mai îngust decăt autostrăzile dm Statele Unite, pe care abia dacă le zăreşti cu greutate dmtr-un

Detaliile continuă să dispară pe măsură ce te ridici în spaţiu. Staţia Spaţială Internaţională se află pe orbită la circa 400 de kilometri înălţime. Prin una dintre ferestrele ei se prea poate să vezi, pe timpul zilei. Parisul Londra. New Yorkul şi Los AngelesuL dar numai dacă ţi-ai învăţat temeinic lecţiile la geografie. Probabil că nu vei reuşi să vezi piramidele egiptene de la Giza şi cu siguranţă nu vei vedea Marele Zid Chinezesc.

Dacă stai cu picioarele pe Lună, la 400 OOO de kilometri depărtare. New Yorkul. Parisul şi restul marilor oraşe pline de lumini ale Pământului nu se vor vedea nici

Captată de sonda Spaţială *VOyăQtff 1,* această «magme a rost prima În care Pământul şi Luna apar împreună intr-un singur cadru. După ce naveta spaţială *a* trecut dincolo de orbita lui Neplun Pămăntul nu se mai vedea decăt ca .un punclulet albăstriu* în depărtare

măcar cât o licărire fugară. Dar ai ce sâ vezi: mase mari de aer rece şi alte tipuri de fronturi atmosferice majore care mătură suprafaţa planetei. Hai să zicem ca te muţi pe Marte. când acesta se afla cel mai aproape de Pământ, adică la vreo 56 de milioane de kilometri depărtare. Lanţurile muntoase foarte înalte, cu vârfurile acoperite de zăpadă, şi marginile continentelor Pământului ar fi vizibile printr-un telescop mare, din cele de montat în curtea unei case. Dar cam asta ar fi tot. N-ai putea să vezi câ avem oraşe.

Dacă te duci mai departe spre Neptun, la aproape 5 miliarde de kilometri distanţă de Pământ. Soarele devine de o mie de ori mai palid în comparaţie cu felul cum îl vedem noi de pe Terra. Iar planeta noastră? E doar un punctuleţ. cu nimic mai strălucitor decât o stea palidă, abia vizibil printre razele sclipitoare ale Soarelui.

Avem şi dovada: în 1990, sonda spaţială *Vbyageri* a făcut o fotografie a Pământului chiar de dincolo de orbita lui Neptun. Planeta noastră arată complet neînsemnată din adâncul spaţiului: un „punctuleţ albăstriu*, cum i-a zis astrofizicianul american Cari Sagan. Ceea ce este mărinimos spus. Dacă ar fi sâ te uiţi pe poza făcută de *Voyager 1.* probabil câ nici nu ţi-ai da seama că Pământul e şi el pe-acolo.

Ce s-ar întâmpla, oare, daca nişte extratereştri cu

creieri mari, din străfundurile cosmosului, ar scana cerurile cu telescoape ultraperfecţionate? Ce trăsături vizibile ale planetei Pământ ar putea oare să detecteze?

Culoarea albastră. Asta ar fi primul şi cel mai însemnat lucru. Peste două treimi din suprafaţa Pământului sunt acoperite de apă: numai Oceanul Pacific se întinde pe aproape o jumătate din planetă. Dacă aceşti extratereştri ar putea sâ detecteze culoarea planetei noastre, probabil şi-ar da seama că tot acest albastru are ca sursă apa. Şi» cel mai probabil« ar fi foarte bine familiarizaţi cu apa. Care nu numai că pare sa fie propice vieţii. Este una dintre moleculele care se găseşte din cea mai mare abundenţă în univers.

Dacă extratereştni ar avea instrumente de cercetare realmente puternice, ar vedea mai mult decât un punctuleţ albăstriu. Ar vedea şi liniile de coastă, care dau clar de înţeles că apa este lichidă – din moment ce o planetă îngheţată nu poate avea linii de coastă. Iar nişte extratereştri deştepţi ar şti cu siguranţă câ. dacă o planetă are apă lichidă, atunci e foarte posibil sâ găzduiască şi viaţă.

Extratereştrii ar putea sâ vadă şi calotele polare ale Pământului, care cresc şi se micşorează după cum se schimbă temperatura. Studiind suprafaţa şi urmărind cât de des are loc rotaţia maselor de uscat în câmpul vizual al telescoapelor lor. ar putea să-şi dea seama şi că planeta noastră execută o rotaţie completă la fiecare 24 de ore. Ar şti cât durează o zi pe Pământ. Extratereştrii ar vedea cum vin şi se duc principalele sisteme meteorologice. Ar putea sa ne studieze norii.

Gata, hai să revenim la realitate.

Cea mai apropiată exoplanetă – planeta aflată la cea mai mică distanţa de noi. pe orbita unei stele care sâ nu fie Soarele nostru – poate fi găsită în sistemul stelar învecinat Alpha Centauri. Care este la vreo 4 ani-lumină depărtare, adică distanţa pe care o străbate o rază de lumină timp de patru ani. fără sâ se oprească nicăieri pentru realimentare sau o pauză de mers la baie. Lumina parcurge peste 1078 de milioane de kilometri într-o singură oră. Deci „vecinii** noştri din Alpha Centauri la o distanţă de 4 ani-lumină, sunt de fapt foarte, foarte departe.

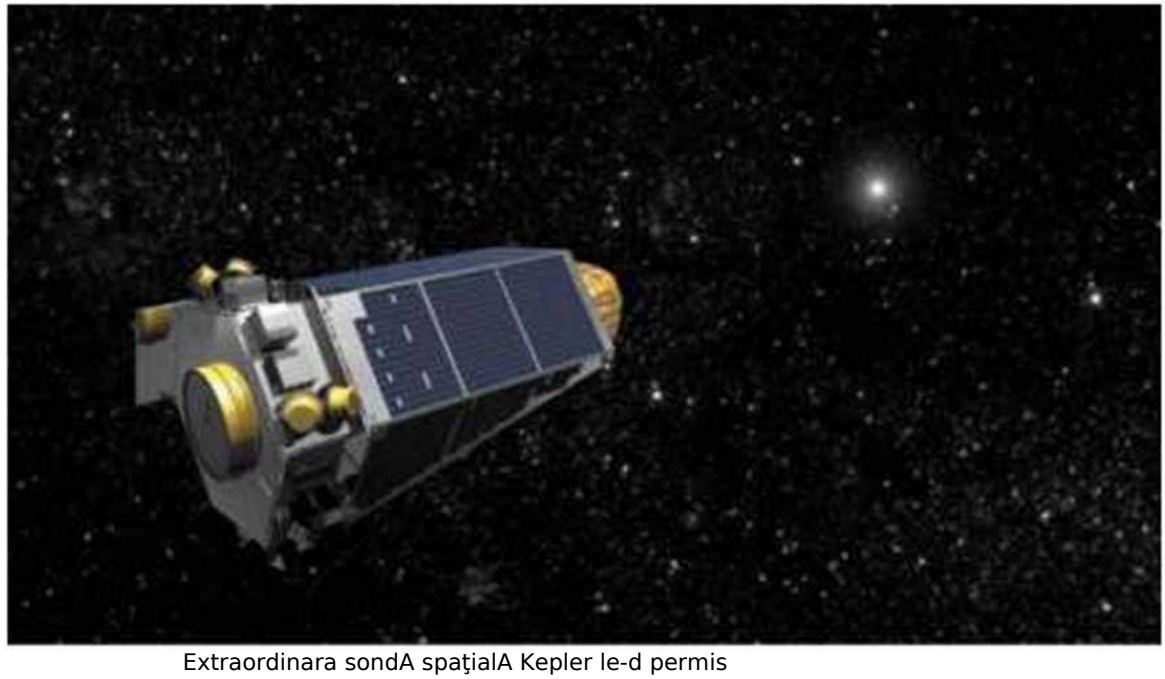
Iar ei sunt cei mai apropiaţi. Majoritatea exoplanetelor pe care le-au descoperit oamenii de ştiinţă se află la zeci şi sute de ani-lumină depărtare de noi. Luminozitatea Pământului nu atinge nici măcar a milioana parte din strălucirea Soarelui, deci oricărora dintre acei extratereştri le-ar fi extrem de greu să vadă planeta noastră în mod direct, pnntr-un telescop care detectează lumina vizibilă. Ar fi ca şi cum încerci să detectezi lumina unui licurici în apropierea unui reflector gigantic. Deci, dacă extratereştrii totuşi ne-au găsit» cel mai probabil se uită la lumina noastră invizibilă, cum ar fi razele infraroşii. Soarele nu ne depăşeşte chiar atât de mult în luminozitate în domeniul infraroşu.

Sau poate că inginerii lor adoptă o strategie cu totul şi cu totul diferită.

îmi închipui că şi ţie ţi s-a întâmplat să te vâri nepoftit în poza vreunui prieten, ca să-i faci o glumă. Nici măcar astrofizicienii cu mari realizări la activ nu pot rezista ispitei de a face această farsă foarte obişnuită, plus că Jotobombingul” seamănă din nişte puncte de vedere cu unul dintre trucurile folosite de noi ca să identificăm planete îndepărtate. Exact la fel cum extratereştrii pot avea mari dificultăţi să vadă Pământul de la mare distanţă, şi nouă ne e greu să observăm direct planetele aflate foarte departe. Drept care NAŞA a proiectat şi construit un telescop, Kepler. care să scormonească după planetele mititele care apăreau în pozele făcute de telescoapele noastre stolelor apropiate.

Telescopul Kepler a observat stele a căror

luminozitate totală scade uşor periodic. în aceste cazuri, câmpul vizual



Extraordinara sondA spaţialA Kepler le-d permis oamenilor de ştiinţă sA descopere mii de noi planete Oare se uAseşte vwiţA pe vreuna dintre ele?

al lui Kepler era exact cel potrivit ca să vadă o stea cum păleşte uşor, adică îşl scade strălucirea cu foarte, foarte puţin, datorită faptului că una dintre planetele ei traversează spaţiul fix prin faţn ei, cam ca o musculiţă care trece razant prin faţa ta şi a prietenilor tăi când vă faceţi o poză. Cu această metodă nu poţi vedea planeta în sine. Nu poţi vedea nici măcar vreuna dintre caracteristicile de la suprafaţa stelei. Dar poţi vedea că există ceva acolo. Kepler a descoperit mii de exoplanete, inclusiv sute do sisteme stelare cu mai multe planete, aşa cum e al nostru.

Extratereştrii s-ar putea să utilizeze aceeaşi tehnică pentru a identifico Pământul. Observând Soarele nostru, ar avea posibilitatea să detecteze o uşoară diminuare n luminozităţii acestuia când Pământul trece prin spaţiul dintre observatorii extratereştri şi steaua

noastră locală. Foarte frumos. Ar descoperi că Pământul există, dar n-nr afla nimic despre ce se întâmplă la suprafaţa lui.

Undele radio şi microundele ar putea fi de ajutor aici. Poate că extratereştrii noştri cei curioşi ar avea şi ei ceva de genul FAST, enormul telescop de 500 de metri din China, despre care am vorbit în Capitolul 9- Dacă l-ar avea şi daca s-ar acorda la frecvenţele potrivite, noi am apărea ca fiind una dintre cele mai bogate surse de unde radio din cer. Radiourile noastre modeme, telefoanele mobile, cuptoarele cu microunde, telecomenzile pentru uşile de la garaj, telecomenzile pentru portierele automobilelor şi sateliţii de comunicaţii emit la greu semnale. Strălucim puternic din punctul de vedere ale acestor unde lungi. Dacă extratereştrii ar folosi telescoapele şi detectoarele adecvate, aceasta ar fi dovada spectaculoasă că se petrece ceva neobişnuit aici Pământul ar apărea ca o petrecere foarte interesantă.

Misterioase semnale radio i-au lăsat perplecşi la un moment dat şi pe savanţii noştri, făcându-i să se întrebe, pentru scurt timp, dacă nu cumva nişte extrateroştri încearcă să comunice cu noi. în 1967, în timp ce examinau cerul în căutarea oricăror surse de unde radio puternice, astrofizicianul Antony Hewish şi echipa lui de colaboratori au dat peste ceva extrem de ciudat. Un obiect foarte îndepărtat pulsa cu o frecvenţă ceva mai mare decât o dată pe secundă. Jocelyn Beli, la vremea aceea doctorandă a lui Hewish. a fost prima care a observat.

Ideea că acel semnal venea din partea unei alte civilizaţii, dovadă radioasă a activităţilor acesteia în spaţiul cosmic – o variantă extraterestră, în unde radio, a strigătului „Hei, ia uitaţi-vă încoace!" —. era irezistibilă. Dar lui Beli chestia i s-a părut

frustrantă. La data respectivă ea lucra la teza de

Cine ia preniul?

Deşi savanţii ii atribuie lui Jocelyn Beli – devenită intre timp Jocelyn Beli Burnell – meritul de a fi descoperit pulsarii. premiul Nobel pentru munca depusă în acest scop a fost acordat şefului ei. Antony Hewish. În 1977. Beli Burnell a repetat insistent că nu o deranjează faptul că a fost trecută cu vederea, dar mulţi alţii au spus că şi ea ar fi cucerit distincţia dacă nu era femeie. Contribuţia ei la descoperirea pulsarilor şi opera ei de mai departe i-au adus, de atunci încoace, multe alte distincţii. şi ea a fost şi rămâne o susţinătoare formidabilă a cauzei femeilor în ştiinţă.

doctorat, iar aceşti omuleţi verzi cu semnalul lor îi perturbau activitatea. După câteva zile, a descoperit însă şi alte semnale repetate care veneau din alte locuri ale galaxiei noastre. Calea Lactee. Beli şi alţi cercetători şi au dat seama că nu intraseră în contact cu nişte extratereştri. ci descoperiseră o nouă clasă de obiecte cosmice: stele compuse în întregime din neutroni, care emit pulsuri de unde radio la fiecare rotaţie. (Şi aceleaşi care sunt la fel de dense ca un tub de balsam de buze în care cineva a îndesat o sută de milioane de elefanţi.) Cu mult bunsimţ practic şi lingvistic. Hewish şi Beli au numit aceste stele „pulsari". Iar Beli nu doar că şva obţinut titlul de doctor în ştiinţe. 1 s-a atribuit şi meritul pentru una dintre cele mai importante descoperiri din secolul XX.

Mai există şi alte moduri de a-i spiona pe extraterestri – sau prin care nişte extratereştri avansaţi să ne spioneze pe noi fără să ne dăm seama. Aceştia ar putea studia lumina provenită de la planeta noastră, ca să vadă ce fel de molecule există pe Pământ şi în jurul Iul Dacă o planetă e plină ochi cu viaţă vegetală şi animală, atmosfera ei va fi bogată în ceea ce noi numim markeri biologici (a nu se confunda cu markercle magice!). Markerii biologici sunt molecule care poartă indicii. Când o planetă are markeri biologici, oamenii de ştiinţă ştiu astfel că acolo s-ar putea să fie prezentă viaţa. Aceste molecule prosperă şi se înmulţesc când există viaţă în jur.

Pe Pământ, un asemenea marker biologic ar fi metanul. Sursele naturale de genul vegetaţiei intrare în descompunere contribuie la producerea metanului nostru. Restul se produce din activităţile antropogene, adică desfăşurate do oameni, cum ar fi fabricarea combustibililor, cultivarea orezului, canalizarea, râgâiclile şi vânturile trase de animalele domestice.

Da, vânturile trase de vaci ar putea să-i ajute Intr-o bună zi pe extratereştri să ne descopere.

Totuşi semnul cel mai grăitor pentru extrntereştrii noştri ar fi tot acel oxigen care pluteşte liber în atmosfera noastră. Oxigenul este al treilea cel mai răspândit clement chimic din cosmos. De asemenea, este şi activ chimic – varianta atomicii a puştiului care nu iartă pe nimeni la balul de absolvire a şcolii generale şi dansează cu roată lurnca din jur. Oxigenul se combină cu atomii de hidrogen, de carbon, de azot, de siliciu şi aşa mai departe. Ba se combină şi cu ol însuşi. Acestei molecule nu-l place să stea singură şi aşa. liberă, de capul ei.

Există vaci pe Titan?

Savanţn dezbat în prezent, în contradictoriu. originea micilor cantităţi de metan descoperite pe Marte şi a cantităţilor abundente de pe Titan, luna lui Saturn De unde a venit tot acel metan? Nu de la vaci cosmice, din păcate Titan are fluvii de metan, care curg ca ale noastre Lacuri întregi pline cu acest marker biologic.

Deci, dacă extraterestrii ar vedea oxigen plutind în stare liberă prin aer. probabil că şi-ar da scama că există ceva care-l „dezleagă” de alţi atomi. Aici, pe Pământ, noi ştim că responsabilă este viaţa. Fotosinteza, procesul prin care plantele transformă lumina de la Soare în combustibil, creează oxigen liber în oceane şi în atmosferă. Acel oxigen liber din aer le permite oamenilor şi practic tuturor celorlalte vietăţi din regnul animal să supravieţuiască.

Noi, pământenii, ştim deja de ce sunt importanţi oxigenul şi alţi markeri biologici. Dar aceşti extratercştn ar trebui să-şi dea seama singuri, după mintea lor. Dacă ar ajunge la concluzia că aceste indicii sunt dovezi sigure de viaţă, poate că s-ar întreba şi dacă viaţa respectivă este una inteligentă. Câteodată îmi pun şi eu aceeaşi întrebare.

Serios, acum – oare există extratereştri acolo, departe, cercetând cosmosul în căutarea unor semne de viaţă? Prima exoplanetă a fost descoperită în 1995. iar la data la care scriu eu aceste rânduri, numărătoarea a depăşit 4 000. Oamenii de ştiinţă se gândesc în prezent câ numai în Calea Lactee există nu

mai puţin de 40 de miliarde de planete de mânmea Pământului. Cu nişte numere ca astea, undeva acolo, cineva sau ceva s-ar putea să se uite spre noi.

aâ.

M ÎGi) SMS fă Si ăă gjâradMiTă fiWă

Copil fiind, un adevăr dintre cele pe care ţi-e cel mai greu să-l înveţi este acela că. de fapt şi de drept, nu tu eşti centrul universului. Eu îmi amintesc ziua când am împlinit 5 ani. Mama a venit acasă de la magazin şi a înfipt o lumânărică în mijlocul tortului pentru ziua mea de naştere. Lumânărică avea forma cifrei 5- Am rămas cu *gura căscata!* Cei de la magazin ştiau că eu împlinesc 5 ani! Au făcut lumânarea aceea şi au păstrat-o pentru mine!

Oricum, eu asta am crezut. Nu mi-a trecut prin cap nicio clipă că şi alţi copii, de pe toc cuprinsul lumii. împliniseră 5 ani sau aveau să-i împlinească în curând, deci existau o sumedenie de asemenea lumânări. Bine, şi ce legătură are chestia asta cu

stelele şi galaxiile?

Astrofizica ne învaţă că nu suntem centrul lumii.

Ea ne învaţă că universul nostru s-ar putea sa nu fie nici măcar singurul univers. Ne învaţă să avem o perspectivă cosmică.

Dar cine ajunge să gândească aşa? Cine ajunge să privească aceasta perspectivă cosmică asupra vieţii cu dragoste şi admiraţie? Nu muncitorii zilieri din agricultură, care trebuie să treacă de la o slujbă temporară la alta doar ca să-şi poată hrăni copiii. Nu muncitorii din fabricile unde se fac aparate electronice, pentru un salariu foarte mic. Cu siguranţă, nu oamenii fără adăpost care scormonesc prin tomberoanele de gunoi după ceva de mâncare. Trebuie să-ţi permiţi luxul unui timp pe care sâ nu fie nevoie să-l consumi doar ca să supravieţuieşti. Sau trebuie sa fii tânăr, cu o situaţie materiala suficient de confortabilă încât sâ nu-ţi faci griji pentru hrană sau siguranţa personală, şl sâ fii dispus să ridici privirea de pe aplicaţiile telefonului mobil, de pe SMS-uri ori de la ultimele seriale de pe Netflix, şi să priveşti stelele.

Perspectiva cosmică vine şi ea cu un cost ascuns. Când călătoresc la mii de kilometri depărtare, doar ca să petrec câteva clipe în umbra lute-mişcătoare a Lunii. în timpul unei eclipse solare totale, şi eu pierd uneori din vedere Pământul.

Când stau şi cuget la universul în expansiune, cu galaxiile lui care se îndepărtează în goană unele de altele, incrustate ca diamantele în ţesătura întinsă la nesfârşit a spaţiului şi timpului, uit uneori că nenumăraţi oameni trăiesc pe acest

Pământ fără hrană şi fără un acoperiş deasupra capului şi că mulţi dintre ei sunt copii ca tine.

Când urmăresc orbitele asteroizilor. ale cometelor şi ale planetelor, fiecare dintre ele ca o balerină piruetând într-un imens balet cosmic ghidat de gravitaţie, uit uneori că prea mulţi oameni nu ştiu nimic despre delicata relaţie dintre atmosfera Pământului, oceane şi uscat.

Iar uneori uit că oamenii puternici şi influenţi rareori fac tot ce le stă în putinţă pentru a-i ajuta pe cei incapabili să se ajute singuri.

Câteodată uit aceste lucruri pentru că. oricât de mare ar fi lumea – în inimile noastre. în mintea noastră şi în hărţile noastre digitale supradimensionate universul e încă şi mai mare. Un gând cam deprimant pentru unii, dar un gând eliberator pentru mine.

Sunt convins că adulţii din viaţa ta te mustră când şi când şi îţi dau de ştire că problemele talc *nu sunt chiar atât* de *importante.* Poate chiar îţi reamintesc că lumea nu se învârte în jurul tău. Dar şi noi, coi care am crescut mari, trebuie să ne reamintim nouă înşine acest lucru.

Acum imagincază-ţi o lume în care toţi oamenii, dar mai ales cei care deţin putere şi influenţă, au o viziune largă asupra locului nostru în cosmos. Cu o astfel de perspectivă, problemele noastre s-ar micşora – sau chiar n-ar mai apărea deloc – şi am putea sâ ne bucurăm de micile noastre diferenţe pământeşti, şi nu să ne certăm şi să ne luptăm între

noi din cauza lor.

Acum ceva vreme. în ianuarie 2000. proaspăt renovatul Planetariu Hayden din New York avea în program o prezentare-spectacol intitulată *Paşaport spre univers,* care îi ducea pe vizitatori într-un tur virtual din planetariu şi până la marginea cosmosului. Spectatorii priveau Pământul apoi sistemul solar, după care se uitau cum sutele de miliarde de stele din galaxia Calea Lactee se micşorează şi ele, la rândul lor. până ajungeau ca nişte punctuleţe abia vizibile pe impunătorul dom al planetariului.

La vreo lună după ziua inaugurării, am primit o scrisoare de la un profesor de colegiu, a cărui competenţă ţinea de lucrurile care îi fac pe oameni să se simtă mici şi neînsemnaţi. Habar n-aveam că te poţi specializa într-un asemenea domeniu. El voia să le înmâneze vizitatorilor un chestionar cu întrebări înainte şi după vizita la planetariu, ca să vadă cât de deprimaţi erau după vizionarea spectacolului cosmic. *Paşapoa spre univers,* mi-a scris el în acea scrisoare, îl făcuse sâ se simtă îngrozitor.

Cum se poate una ca asta?! De fiecare dată când văd prezentarea-spectacol despre spaţiul cosmic (şi altele pe care le-am realizat), eu mâ simt foarte viu şi însufleţit şi conectat la lumea din jur. Totodată, mă simt mare şi important, ştiind că

acele 1 360 de grame de creier uman sunt lucrul care ne-a dat posibilitatea sâ aflăm care ne e locul în univers.

Dă-mi voie sâ fiu de părere câ profesorul cu pricina, şi nu eu. este cel care a interpretat greşit natura. În primul rând câ orgoliul lui era din start nejustificat de mare, excesiv de amplificat de ideea că fiinţele umane ar fi mai importante decât orice altceva din univers.

în apărarea domnului profesor, adevărul este că există forţe puternice în societate care ne influenţează să gândim astfel. Şi eu gândeam aşa. până în ziua când am învăţat, la ora de biologie, câ într-un singur loc minuscul de pe corpul meu trăiesc mai multe fiinţe microscopice numite bacterii decât toţi oamenii care au existat vreodată în lume. Genul acesta de informaţie te face să te gândeşti de două ori când îţi pui întrebarea cine – sau ce – se află practic la conducerea lumii.

Ştiu ce îţi zici tu acum: noi suntem mai inteligenţi decât bacteriile.

Neîndoios că suntem mai inteligenţi decât oricare altă fiinţă vie care a păşit, a înotat sau s-a târât vreodată pe Pământ. Dar cât de inteligent înseamnă „mai inteligent”? Noi gătim hrana pe care o mâncăm. Compunem poezii şi muzică. Creăm artă şi facem ştiinţa. Ne pricepem la matematică. Chiar dacă tu nu eşti grozav la matematică. în mod sigur eşti mult mai bun decât cel mai inteligent cimpanzeu Un cimpanzeu nu ştie să facă împărţiri cu zecimale.

tnsă la o scară cosmică, probabil că nu suntem

chiar atât de inteligenţi. Imaginează-ţi o formă de viaţă a cărei capacitate cerebrală este, faţă de a noastră, la fel cum suntem noi faţă de cimpanzei. în raport cu o asemenea specie, realizările noastre mentale cele mai grozave n-ar fi nimic. Copiii lor de grădiniţă, spre exemplu. în loc să-şi înveţe alfabetul cu personajele din Sesame &reer, ar studia matematicile pe care noi abia le facem la facultate. în ochii acestor fiinţe. Einstein n-ar fi cu nimic mai deştept decât micul Timmy care tocmai s-a întors acasă de la grădiniţa lui extraterestră.

Genele noastre – codurile biologice care călăuzesc un nou-născut uman pe măsură ce creşte şi se transformă într-un adult complet dezvoltat – nu se deosebesc chiar atât de mult de cele ale unui cimpanzeu. Suntem un pic mai inteligenţi. da. Practic însă, suntem una cu restul naturii, locul nostru fiind nici deasupra, nici dedesubt, ci înăuntru.

Vrei să ştii din ce eşti făcut, cu adevărat? Din nou, perspectiva cosmică ne oferă un răspuns mai mare decât te-ai aştepta probabil. Elementele chimice ale universului sunt făurite în furnalele incandescente ale stelelor masive.

care îşi încheie viaţa prin explozii
enorme, :mbogăţindu-şi galaxia-gazdă cu chimicalele necesare vieţii. Rezultatul? Acele patru cele mai răspândite ingrediente chimice active din univers: hidrogenul, oxigenul, carbonul şi azotul, care sunt şi cele mai întâlnite elemente chimice de pe Pământ.

Noi nu trăim pur şi simplu în acest univers.

Universul trăieşte în noi.

Acestea fiind spuse, sâ ştii că s-ar putea nici să nu fim originari de pe acest Pământ. Oamenii de ştiinţă au dat la iveală informaţii care îi obligă să regândească teoriile despre cine suntem şi de unde am venit.

în primul rând, aşa cum am văzut deja, când un astcroid de mari dimensiuni loveşte o planetă, zonele înconjurătoare pot reacţiona fizic la energia impactului, catapultând bucăţi de rocă în spaţiu. în acelaşi mod. dacă ar fi să pui o jucărie pe patul din camera ta, iar apoi sâ sari cu toată forţa pe saltea, energia produsă de impactul corpului tău cu salteaua ar împinge Jucăria să sară în aer. Astcroizii pot lovi cu atât de multă energie. încât bucăţile de rocă desprinse de pe suprafaţa unei planete pot să ajungă – şi sa coboare – pe suprafaţa altor planete. Aşa se face că găsim fragmente din Lună şi din Marte aici, pe Pământ.

în al doilea rând, minusculele forme de viaţă numite microorganisme pot să supravieţuiască unor game foarte variate de temperaturi, presiune şi radiaţie întâlnite în timpul călătoriei prin spaţiu. Dacă rocile spaţiale provin de pe o planetă unde

există viaţă, atunci înăuntru) lor ar putea foarte bine să reziste, în deplină siguranţă, forme microscopice de viaţă.

în al treilea rând, dovezi recente sugerează că. la puţin timp după formarea sistemului nostru solar. Marte era o planetă umedă şi poate suficient de fertilă ca să dea naştere vieţii.

Luate împreuna, aceste constatări ne spun câ e posibil ca viaţa să fi început pe Mane şi să fi ajuns pe Pământ înăuntrul unei roci. Deci toţi pământenii s-ar putea – doar s-ar putea! – sâ fie descendenţi ai marţienilor.

Iar şi tar de-a lungul veacurilor, descoperirile cosmice nc-au afectat imaginea despre sine. Odinioară aveam convingerea că Pământul este unic. Pe urmă, astronomii au aflat că planeta noastră e doar una dintre cele care gravitează în jurul Soarelui. OK, dar Soarele rămâne special, nu? Nu şi după ce am aflat câ nenumăratele stele de pe cerul nopţii sunt şi ele tot nişte sori.

Bine, dar galaxia noastră. Calea Lactee, nu se poate sâ nu fie unică!

Nu prea. Nu şi după ce am stabilit că nenumăratele lucruri alb-lăptoase şi neclare pe care le vedem când ne uităm spre cer sunt alte galaxii, presărate în peisajul general ai universului nostru cunoscut.

În ziua de azi. e uşor să te gândeşti că universul

nostru e tot ce există şi gata. Dar noile teorii ne impun să rămânem cu mintea deschisă în faţa unei alte posibilităţii ideea câ universul nostru nu este decât unul din multe altele şi câ noi nu suntem decât o părticică dintr-un multivers mult mai mare.

Perspectiva cosmică decurge din cunoştinţele noastre despre univers. Dar nu se referă doar la atât. E vorba şi despre înţelepciunea şi intuiţia de a aplica aceste cunoştinţe în scopul evaluării locului nostru în univers. Iar atributele sale sunt clare:

Perspectiva cosmici provine din frontierele ştiinţei, dar nu-i este rezervată doar omului de ştiinţă. Ea le aparţine tuturor.

Perspectiva cosmică este una a modestiei.

tf-i Perspectiva cosmică este spirituală, dar nu şi religioasă.

Perspectiva cosmică ne permite să cuprindem în acelaşi mod de gândire infinitul mare şi infinitul mic. de la un univers care a început dintr un spaţiu mult mai mărunt decât semnul de punctuaţie de la sfârşitul acestei fraze, ajungând acum la o dimensiune de multe miliarde de ani-lumină.

Perspectiva cosmică ne deschide mintea spre idei extraordinare, dar nu o lasă atât de deschisă încât să ne pierdem capacitatea de a raţiona logic şi să ne repezim să credem orice ni se spune.

Perspectiva cosmică îţi deschide ochii către univers, dar nu ca un loc care este leagănul vieţii şi rămâne propice acesteia, ci ca un loc rece, singuratic şi primejdios, unde viaţa riscă să dispară din cauza pustietăţii duse la extrem şi din cauza a lot felul de obiecte periculoase. Acest lucru ne face să înţelegem valoarea şi importanţa tuturor fiinţelor umane – chiar şi a fraţilor sau surorilor tale care te enervează şi a colegilor care nu te lasă

niciodată în pace.

şj—Perspectiva cosmică înfăţişează Pământul ca un punctuleţ albăstriu aflat pe orbită prin vastitatea spaţiului.

Dar este un punctuleţ preţios, iar pentru moment este singura noastră casa – ceea ce ne îndeamnă să ne pese din tot sufletul de planeta noastră atăt de rară şl de generoasă.

Perspectiva cosmică găseşte frumuseţe în imaginile planetelor, lunilor şi stelelor, dar în acelaşi timp respectă şi cinsteşte gravitaţia şi celelalte legi universale care le-au dat formă.

[1] Perspectiva cosmică ne ajuta să vedem dincolo de propria situaţie, dându-ne posibilitatea să realizăm că viaţa înseamnă mai mult decât bani, popularitate, haine, sport sau chiar note.

Perspectiva cosmică ne aduce aminte că explorarea spaţiului nu trebuie să fie o cursă în care ţările se iau la întrecere ca să-şi adjudece următoarea mare realizare, ci o aventură cosmică în care toate naţiunile îşi dau mâna pentru a căuta împreună cunoaştere şi experienţă.

Perspectiva cosmică ne spune nu doar că viaţa. în toate formele ei. este rară şi că avem mai multe în comun cu toate celelalte forme de viaţă de pe Pământ decât credeam altădată, ci şi că vom împărtăşi probabil multe asemănări cu oricare gen de viaţă încă nedescoperitâ din univers.

Perspectiva cosmică ne demonstrează că

atomii înşişi şi particulele însele din care sunt alcătuite corpurile noastre se găsesc peste tot în universul însuşi, făcându-ne să fim unul şi acelaşi lucru.

Cel puţin o dată pe săptămână, dacă nu o dată pe zi, eu sper să îţi găseşti câteva clipe ca să te întrebi ce adevăruri cosmice stau nedescoperite în faţa noastră. Aceste mistere aşteaptă sosirea unui om isteţ, care să gândească un experiment ingenios sau o misiune spaţială inventivă. Mai departe, am putea să ne întrebăm cum vor transforma acele descoperiri, intr-o zi. viaţa de pe Pământ

Pe durata scurtei noastre şederi pe planeta Pământ ne datorăm nouă înşine şi le datorăm urmaşilor noştri ocazia de a explora – în parte pentru că e distractiv, indiferent dacă vorbim despre a trimite astronauţi pe Marte sau roboţi pe luna Europa şi dincolo de ea. Dar există şi o raţiune mult mai nobilă. Ziua în care cunoaşterea noastră despre cosmos încetează să se mai extindă, riscăm să cădem înapoi în credinţa copilărească de odinioară câ universul se învârte în jurul nostru. Că există o singură lumânare de forma cifrei 5 în toată lumea. Acesta ar fi sfârşitul strădaniei omenirii de a căuta cunoaştere şi adevăr. Deci eu te îndemn să faci tot ce poţi pentru a te asigura că acest lucru nu se va întâmpla, însuşi viitorul omenirii s-ar putea să depindă de capacitatea noastră de a adopta perspectiva cosmică. în loc să ne temem de ea.

(gfkDMß

An-lumina: Astrofizicienii au de-a face cu distanţe foarte, foarte mari deci kilometrii sau milele din sistemul imperial nu sunt suficient de mari pentru noi. În loc de asta, noi folosim anii-lumină. adică numărul de ani de care ar avea nevoie o rază de lumină care se deplasează cu viteza de 300 de milioane de metri pe secundă ca să ajungă de la un obiect îndepărtat până la telescoapele noastre

Antimaterie: Materia este orice ocupă spaţiu, inclusiv protonii, electronii şi celelalte particule elementare. Fiecare dintre aceste particule are şi o particulă geamănă de antimaterie. care îi este contrară din toate punctele de vedere. Dar antimateria rareori supravieţuieşte multă vreme. Când un proton îşi întâlneşte geamănul din antimaterie. antiprotonul. ei se distrug unul pe celălalt, într-o explozie de energie.

Asteroizi: Aceste roci spaţiale orbitează în jurul

Soarelui şi variază în dimensiuni de la mărimea unor pietricele la cea a unor planetoizi – planete în miniatură —. cum ar fi Ceres.

care are un diametru de aproape 1 000 de kilometri Zeci de mii de roci spaţiale sunt adunate în Marea Centura de Asteroizi dintre Marte şi Jupiter. Un asteroid a fost cel care a ras de pe faţa Pământului dinozaurii.

Atom: Tot ce poţi sâ vezi, sâ atingi şi sâ miroşi este făcu: din atomi. Atomul constă dintrun nucleu sau centru. în care există cel puţin un proton cu sarcină electrica pozitivă, şi din cel puţin un electron pe orbită în jurul centrului. Cu excepţia hidrogenului, care este cel mai simplu şi mai comun atom din univers, toţi atomii au în nucleu şi neutroni.

Big Bang: Naşterea universului, când toată materia şi toată energia din care sunt făcute galaxiile şi stelele şi planetele şi formele noastre de viaţă au ţâşnit cu repeziciune în exterior dintr-un spaţiu inimaginabil de mic.

Cometă: Călătoarea sistemului solar, una dintre favoritele astronomilor amatori şi profesionişti, este făcută din gheaţă şi praf. Gheaţa este un atribut caracteristic minunat, pentru că tinde să se topească în timp ce cometa trece prin raza de acţiune a Soarelui, lăsând în urmă o dâră vizibilă de gaz şi praf („coada cometei”).

Cosmos: O altă denumire pentru vastul, minunatul şi misteriosul nostru univers. De asemenea, este şi

titlul unui serial documentar de televiziune, deosebit de stelar.

Energie întunecată: Universul pare să crească mai repede decât ar trebui, judecând după ce ştim noi despre gravitaţie şi despre cantitatea de materie din cosmos. O forţa misterioasă pare sa fie motorul acestei creşteri. Savanţii au numit-o energie întunecată.

Electron: O particulă cu sarcină electrică negativă. Din câte ştim noi, electronul nu poate fi descompus în bucăţi mai mici, deci îl numim particulă fundamentală.

Element: Atomii se găsesc sub muite forme diferite. în funcţie de numărul de protoni înghesuiţi în nucleu, iar cele 118 elemente care alcătuiesc tabelul periodic al elementelor chimice descriu toate tipurile cunoscute de atomi din univers.

Exoplanetă: Orice planetă care gravitează în jurul unei stele care nu este Soarele nostru. Cea mai apropiată exoplanetă se află la o depărtare de 4 ani-lumină. ceea ce înseamnă distanţa parcursă de o rază de lumină care aleargă neîntrerupt prin spaţiu timp de patru ani la rând. De-a lungul ultimilor ani. savanţii au descoperit mii de asemenea lumi îndepărtate. Oare vreuna din ele o fi propice vieţii? Sperăm sâ aflăm într-o zi.

Forţa electromagnetică: Una dintre cele patru forţe principale sau fundamentale din univers, această forţă leagă laolaltă moleculele şi menţine electronii pe orbită în jurul centrelor cu sarcină electrică pozitivă ale atomilor.

Forţa nucleară slabă: forţa fundamentală care controlează descompunerea radioactivă, adică procesul prin care un atom se rupe şi are loc transformarea unei părţi din materia

lui în energie. Celelalte trei forţe ţin laolaltă forme mari sau mici de materie, dar forţa nucleară slabă desface încet-încet materia.

Forţa nucleară tare: Una dintre cele patru forţe fundamentale, forţa nucleara tare ţine la un loc protonii şi neutronii în interiorul nucleului atomic. Deşi este cea mai puternică dintre cele patru forţe, nu acţionează decât pe distanţe foarte mici.

Foton: O unitate de energie luminoasă care se comportă ca o undă.

Gaură de vierme: Unul dintre cele mai stranii rezultate ale cercetărilor lui Einstein pe tema gravitaţiei şi ale descoperirii lui că gravitaţia deformează spaţiul şi timpul este ideea că universul ar putea fi îndoit sau încovoiat, astfel încât sâ permită scurtături între două locuri din cosmos.

Nimeni nu a descoperit încă vreunul dintre aceste tuneluri botezate găuri de vierme, dar mulţi savanţi reputaţi, inclusiv Einstein însuşi, s-au gândit cu multă seriozitate la acest concept. Găurile de vierme sunt şi un instrument favorit al autorilor de literatura ştiinţifico-fantastică.

Galaxie: O grupare de stele, nori de gaz şi praf şi materie întunecată pe care gravitaţia le ţine laolaltă.

Gravitaţia: încă una dintre cele patru forţe fundamentale din univers; gravitaţia nu se rezumă la a ne menţine cu picioarele pe pământ. Datorită lui Einstein. am aflat că gravitaţia chiar deformează de fapt spaţiul îndoind liniile drepte şi curbându-le.

Lepton: Unul dintre primele două tipuri de particule care au apărut în univers, leptonii sunt nişte singuratici şi nu le place să se strângă în cârduri. Ce! mai bine cunoscut lepton este electronul.

Materie: Once lucru care ocupă spaţiu este considerat a fi materie, inclusiv tu însuţi şi totul din jurul tău – plus toate acele quarcuri şi toţi acei leptoni care alcătuiesc tot ce există.

Materie întunecata: Studiind galaxiile şi roiurile de galaxii îndepărtate, astrofizicienii au descoperit că grupurile de stele par să fie ţinute laolaltă de o

formă necunoscută şi invizibilă de materie. Dat fiind că n-o putem vedea, oamenii de ştiinţă i-au pus numele de materie întunecată. Dacă afli ce anume este, cu adevărat, te rog să-mi dai de ştire.

Neutron: Rezident în nucieu, adică centrul atomului, neutronul este făcut din quarcuri. dar nu are sarcină electrică. Unul dintre cele mai exotice obiecte din univers, steaua neutronică. are grămezi de asemenea particule.

Nucleu atomic: Centrul atomului, alcătuit din protoni şi. cu excepţia hidrogenului, neutroni.

Proton: Acest membru cu sarcină electrică pozitivă al centrului atomului este făcut din quarcuri şi a apărut prima dată cam la o secundă după naşterea universului. Cel mai simplu şi mai des întâlnit element chimic din univers, hidrogenul, nu are decât un proton în nucleul sâu. Fierul, unul dintre elementele grele, are 26 de protoni.

Pulsar: O stea neutronică (vezi mai sus ₘNeutron”) care emite raze de lumina. în timp ce se roteşte continuu, ca un fel de far cosmic.

Quarc: Aceasta particula fundamentală – cu alte cuvinte, nu pop s-o descompui în bucăţi mai mici – se găseşte în şase forme diferite şi a fost unul dintre primele tipuri de materie care au apărut la

începutul existenţei universului, alâtun de leptoni. Fără quarcun. n-am avea nici protoni, nici neutroni, nici atomi... nici nimic altceva, de fapt

Radiaţie cosmica (cu microunde) de fond : Lumina rămasa din perioada timpurie a universului şi care există şi azi. strălucind prin cosmos. Universul a continuat să se dilate de La Big Bang încoace, deci această lumină s-a întins şi s-a transformat într-un tip de lumină cu undă mai lungă şi invizibilă, care poartă numele de microunde. Deşi nu putem vedea cu ochii noştri aceste microunde, telescoapele de care dispunem pot să le măsoare şi să le dea indicii oamenilor de ştiinţă despre ce s-a întâmplat în prima perioadă de la naşterea universului

Raze cosmice: Aceste raze cu mare încărcătură de energie şuieră ca glonţul peste tot prin cosmos, având o putere uriaşă înmagazinată într-un .pacheţel- minuscul de particule. Razele cosmice ar fi dăunătoare pentru oameni, dar atmosfera noastră asigură un scut protector.

Spaţiu intergalactic: Aceste întinderi întunecate de spaţiu dintre galaxii, care par să fie pustii la prima vedere, găzduiesc de fapt o mulţime de chestii exotice, cum ar fi stele fugare şi gaze superfierbinţi. Vezi Capitolul 4, intitulat «între galaxii-.

A NASA (http--//nasa.gov)/ESA (http://www.esa.int). colectivul proiectului Hubble Key Project 91 colectivul proiectului High-Z Supernova Search Team

12 NASA (httpy/nasa.govJ/ESA (http://www.8pacetelescoţ>e. org)/STScl (http://www.stsci.edu), R. Gendler 91 Telescopul Subaru (NAOJ)

27 NASA/JPLCaltech

2» R Stockli. A. Nelson. F. Hasler/NASA/GSFC/NOAA/USGS

36 NASA/JPLCahech

38 NASA/C. Reed

39 NASA. ESA. colectivul Hubble Heritage (STScI/AURA). J. Bell (ASIT) ji M. Wolff (Space Science Institute)

49 NASA

58 NASA/JPL Cahech/Space Science Institute

62 NASA/JPL Caltech

68 NASA/ESA/G. Bacon. STScI

72 NASA. ESA ji colectivul Hubble Heritage (STScI/AURA)

74 NASA. ESA. CXC.SSCji STScl

75 Raw X: NASA/CXC/E. O'Sullivan $i colectivul; Optice: Palomar DSS

90 Raze X. NASA/CXC/SAO/PSU/D. Burrows ji colectivul: Optice: NASA/STScI; Milimetrice: NRAO/AU1/NSF

107 NASA/JPL Caltech/Space Science Institute
112 NASA/Goddard/ArUona State University
113 NASA/Dana Berry
115 Baze X: NASA/CXC/Uiuversiry of Torontc/M. Duram ţi colectivul; Optice: DSS/Davide De Martin
124 Ian Morrison. University of Manchester
129 NASA/JPL-Caltecb
139 NASA/JPL
143 NASA